

**T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MİMARLIK ANABİLİM DALI**



**MİMARLIKTA HESAPLAMALI TASARIM
YÖNTEMLERİNİN MODA KAVRAMI ÜZERİNDEN
İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DERYA DEMİRCAN

BALIKESİR, ARALIK - 2018

**T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MİMARLIK ANABİLİM DALI**



**MİMARLIKTA HESAPLAMALI TASARIM
YÖNTEMLERİNİN MODA KAVRAMI ÜZERİNDEN
İNCELENMESİ**

YÜKSEK LISANS TEZİ

DERYA DEMİRCAN

Jüri Üyeleri : Dr. Öğr. Üyesi Serkan PALABIYIK (Tez Danışmanı)

Prof. Dr. Meryem Birgül ÇOLAKOĞLU

Doç. Dr. Mustafa Emre İLAL

BALIKESİR, ARALIK - 2018

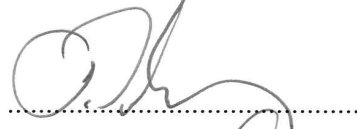
KABUL VE ONAY SAYFASI

Derya DEMİRCAN tarafından hazırlanan “**MİMARLIKTA HESAPLAMALI TASARIM YÖNTEMLERİNİN MODA KAVRAMI ÜZERİNDEN İNCELENMESİ**” adlı tez çalışmasının savunma sınavı 28.12.2018 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

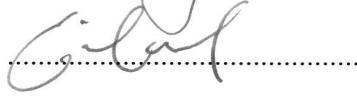
Danışman
Dr. Öğr. Üyesi Serkan PALABIYIK



Üye
Prof. Dr. Meryem Birgül ÇOLAKOĞLU



Üye
Doç. Dr. Mustafa Emre İLAL



Yedek Üye
Prof. Dr. Fatma Nurhayat DEĞİRMENCİ

.....

Yedek Üye
Dr. Öğr. Üyesi Sibel MACİT İLAL

.....

Jüri üyeleri tarafından kabul edilmiş olan bu tez Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunca onanmıştır.

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Prof. Dr. Necati ÖZDEMİR

.....

ÖZET

**MİMARLIKTA HESAPLAMALI TASARIM YÖNTEMLERİNİN MODA
KAVRAMI ÜZERİNDEN İNCELENMESİ
YÜKSEK LİSANS TEZİ
DERYA DEMİRCAN
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MİMARLIK ANABİLİM DALI
(TEZ DANIŞMANI: DR. ÖĞR. ÜYESİ SERKAN PALABIYIK)
BALIKESİR, ARALIK - 2018**

İkel toplumdan başlayarak sırasıyla tarım ve sanayi toplumlarında, mimari anlamda ortaya konulan ürünler teknoloji ve malzemedeki ilerlemenin paralelinde gelişmiştir. Günümüz bilgi toplumunda bilgi ve iletişim teknolojilerindeki hızlı gelişim düşünüldüğünde benzer bir sürecin yaşandığı ve hesaplamalı mimarlık adı altında yeni tasarım yöntemleri kullanılarak mimarlığın farklı bir boyut kazandığı görülmektedir.

Sunulan bu çalışmada, farklı bakış açılarıyla ortaya çıkmış hesaplamalı tasarım yöntemlerinin sistematik bir anlayışla ele alınıp **sınıflandırılması** yapılarak, **moda kavramı** üzerinden analizleri yapılmış ve **yaşam döngüleri** belirlenmiştir.

Çalışma kapsamına alınan tasarım yöntemlerinin örneklem alan içerisindeki yayılım ve kullanımlarının araştırılması noktasında ise, bilimsel amaçlı çalışmaların değerlendirilmesine olanak sağlayan, **bibliyometrik analiz** ve incelenen metnin içeriğine ilişkin tekrarlanabilir ve geçerli sonuçlar çıkarmak üzere kullanılan, **içerik analizi** yöntemlerinden yararlanılmıştır.

Çalışmanın sonuçları hesaplamalı tasarım alanında en fazla yayın yapılan tasarım yöntemlerinin sırasıyla, **simülasyona dayalı tasarım, yapı bilgi modelleme, biçim gramerleri** ve **genetik algoritmalar** olduğunu göstermektedir. Ayrıca bu alanda en çok tercih edilen uluslararası kongrenin eCAADe olduğu belirlenmiştir. Bu alanda yapılan toplam yayın sayısı değerlendirmesine göre Türk araştırmacıların alana katkısı %3 oranında gerçekleştiği tespit edilmiştir. Çalışmanın son bölümünde ise gelecekte yapılabilecek çalışmalar için öneriler sunulmuştur.

ANAHTAR KELİMELER: Hesaplamalı tasarım yöntemleri, moda kavramı, bibliyometrik analiz yöntemi, içerik analizi

ABSTRACT

**INVESTIGATION OF COMPUTATIONAL DESIGN METHODS IN
ARCHITECTURE ON THE FASHION CONCEPT
MSC THESIS
DERYA DEMİRCAN
BALIKESİR UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE
ARCHITECTURE
(SUPERVISOR: ASSIT. PROF. DR. SERKAN PALABIYIK)
BALIKESİR, DECEMBER 2018**

Starting from the primitive society, in the agriculture and industrial societies, the products which are laid out in the architectural sense have developed in parallel with the progress in technology and material. In today's information society, it is seen that the architecture has a different dimension by using new design methods under the name of computational architecture.

In this study, the computational design methods that emerged from different perspectives were analyzed and classified through a systematic approach and analyzed through the fashion concept and their life cycles were determined.

In order to investigate the propagation and usage of the design methods within the scope of the study, content analysis methods which are used for bibliometric analysis and to make reproducible and valid results related to the content of the text examined were used.

The results of the study show that the most widely used design methods in computational design are simulation based design, structure information modeling, shape grammars and genetic algorithms, respectively.

Moreover, it is determined that the most preferred international congress in this field is eCAAD. According to the total number of publications made in this field, the contribution of the Turkish researchers to the field was found to be 3%. In the last part of the study, suggestions for future studies are presented.

KEYWORDS: Computational design methods, fashion concept, bibliometric analysis method, content analysis

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ŞEKİL LİSTESİ	v
TABLO LİSTESİ	ix
SEMBOL LİSTESİ	x
ÖNSÖZ	xi
1. GİRİŞ	1
1.1 Çalışmanın Amacı	2
1.2 Çalışmanın Organizasyonu.....	3
2. KURAMSAL ÇERÇEVE	4
2.1 Hesaplamalı Tasarım	4
2.1.1 Hesaplamalı Tasarım Kavramı	4
2.1.2 Mimarlıkta Hesaplamalı Tasarım Sürecinin Evrimi	6
2.1.3 Hesaplamalı Tasarım Yöntemleri	8
2.1.3.1 Parametrik Tasarım Yöntemleri	8
2.1.3.2 Üretken Tasarım Yöntemleri.....	16
2.1.3.3 Evrimsel Tasarım	21
2.1.3.4 Performansa Dayalı Tasarım Yöntemleri.....	25
2.2 Mimari İle Moda Kavram İlişkisi.....	28
2.2.1 Moda Kavram	29
2.2.2 Mimarlık ve Moda İlişkisi	32
2.2.3 Moda Kavramların Analizine Yönelik Kullanılan Araştırma Yöntemleri	34
2.2.3.1 Bibliyometrik Analiz Yöntemi.....	35
2.2.3.2 İçerik Analizi Yöntemi.....	36
3. HESAPLAMALI TASARIM YÖNTEMLERİNİN MODA KAVRAMI ÜZERİNDEN DEĞERLENDİRİLMESİ	39
3.1 Bibliyometrik Analiz Yöntemi Sonucunda Elde Edilen Veriler	39
3.1.1 Topolojik Geometri.....	40
3.1.2 Cebirsel Geometri	40
3.1.3 Fraktal Geometri	41
3.1.4 Diferansiyel Geometri.....	42
3.1.5 Biçim Gramerleri	43
3.1.6 L Sistemler	50
3.1.7 Hücresel Özdevinim	51
3.1.8 Genetik Algoritmalar	57
3.1.9 Voronoi Diyagramı	63
3.1.10 Sürü Zekâsı ve Çoklu Etmenler	64
3.1.11 Simülasyona Dayalı Tasarım	72
3.1.12 Yapı Bilgi Modelleme (BIM)	79
3.2 İçerik Analizinden Elde Edilen Veriler	86
3.2.1 Biçim Gramerleri	88
3.2.2 Genetik Algoritmalar	90
3.2.3 Simülasyona Dayalı Tasarım	91

3.2.4	Yapı Bilgi Modelleme (BIM)	92
4.	SONUÇ VE ÖNERİLER	94
5.	KAYNAKLAR.....	99
6.	EKLER.....	108

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1: Topolojik dönüşüm.....	11
Şekil 2.2: Koch kartanesi fraktal seti; başlangıç rakamı (yukarıda) ve ilk dört tekrar (altta).....	14
Şekil 2.3: Sierpinski üçgen fraktal seti; başlangıç rakamı (yukarıda) ve ilk dört tekrar (altta).....	14
Şekil 2.4: Genel kentsel desenlerde yeniden yazma sistemleri.....	19
Şekil 2.5: Voronoi bölümlerini konut birimlerine dönüştürmek için kurallar (Wiesław Rokicki, Ewelina Gawell, Voronoi diagrams – Rod Structure Research Models In Architectural And Structural Optimization, 2016)	24
Şekil 3.1: Cebirsel geometrinin hesaplamalı tasarım alanındaki yaşam döngüsü.	40
Şekil 3.2: Cebirsel geometri ile ilgili toplam yayın sayısının yıllara göre dağılımı.....	41
Şekil 3.3: Fraktal geometrinin hesaplamalı tasarım alanındaki yaşam döngüsü.....	41
Şekil 3.4: Fraktal geometri ile ilgili toplam yayın sayısının türk-yabancı yazar dağılımı.....	42
Şekil 3.5: Biçim gramerlerinin ACADIA’ da yıllara göre yayın sayısı dağılımı.....	43
Şekil 3.6: Biçim gramerlerinin ACADIA’ da toplam yayın sayısı.....	43
Şekil 3.7: Biçim gramerlerinin ASCAAD’ da yıllara göre yayın sayısı dağılımı.....	44
Şekil 3.8: Biçim gramerlerinin ASCAAD’ da toplam yayın sayısı.	44
Şekil 3.9: Biçim gramerlerinin CAAD’ da yıllara göre yayın sayısı dağılımı..	45
Şekil 3.10: Biçim gramerlerinin CAAD’ da toplam yayın sayısı.	45
Şekil 3.11: Biçim gramerlerinin CAADRIA’ da yıllara göre yayın sayısı dağılımı.....	46
Şekil 3.12: Biçim gramerlerinin CAADRIA’ da toplam yayın sayısı.	46
Şekil 3.13: Biçim gramerlerinin eCAADe’ de yıllara göre yayın sayısı dağılımı.....	47
Şekil 3.14: Biçim gramerlerinin eCAADe’ de toplam yayın sayısı.....	47
Şekil 3.15: Biçim gramerlerinin SIGraDI’ da yıllara göre yayın sayısı dağılımı.....	48
Şekil 3.16: Biçim gramerlerinin SIGraDI’ da toplam yayın sayısı.....	48
Şekil 3.17: Biçim gramerlerinin hesaplamalı tasarım alanındaki yaşam döngüsü.	49
Şekil 3.18: Biçim gramerleri ile ilgili toplam yayın sayısının türk-yabancı yazar dağılımı.....	49
Şekil 3.19: L sistemlerin hesaplamalı tasarım alanındaki yaşam döngüsü.....	50
Şekil 3.20: L sistemlerle ilgili toplam yayın sayısının türk-yabancı yazar dağılımı.....	51
Şekil 3.21: Hücresel Özdevinim’in ACADIA’ da yıllara göre yayın sayısı dağılımı.....	51
Şekil 3.22: Hücresel Özdevinim’in ACADIA’ da toplam yayın sayısı.	52

Şekil 3.23: Hücresel Özdevinim'in CAAD' da yıllara göre yayın sayısı dağılımı.....	52
Şekil 3.24: Hücresel Özdevinim'in CAAD' da toplam yayın sayısı.	53
Şekil 3.25: Hücresel Özdevinim'in CAADRIA' da yıllara göre yayın sayısı dağılımı.....	53
Şekil 3.26: Hücresel Özdevinim'in CAADRIA' da toplam yayın sayısı.	54
Şekil 3.27: Hücresel Özdevinim'in eCAADe' de yıllara göre yayın sayısı dağılımı.....	54
Şekil 3.28: Hücresel Özdevinim'in eCAADe' de toplam yayın sayısı.....	55
Şekil 3.29: Hücresel Özdevinim'in SIGraDI' da yıllara göre yayın sayısı dağılımı.....	55
Şekil 3.30: Hücresel Özdevinim'in SIGraDI' da toplam yayın sayısı.	56
Şekil 3.31: Hücresel Özdevinim'in hesaplamalı tasarım alanındaki yaşam döngüsü.	56
Şekil 3.32: Hücresel Özdevinim ile ilgili toplam yayın sayısının türk-yabancı yazar dağılımı.	57
Şekil 3.33: Genetik algoritmaların ACADIA' da yıllara göre yayın sayısı dağılımı.....	57
Şekil 3.34: Genetik algoritmaların ACADIA' da toplam yayın sayısı.	58
Şekil 3.35: Genetik algoritmaların CAAD' da yıllara göre yayın sayısı dağılımı.....	58
Şekil 3.36: Genetik algoritmaların CAAD da toplam yayın sayısı.	59
Şekil 3.37: Genetik algoritmaların CAADRIA' da yıllara göre yayın sayısı dağılımı.....	59
Şekil 3.38: Genetik algoritmaların CAADRIA' da toplam yayın sayısı.	60
Şekil 3.39: Genetik algoritmaların eCAADe' de yıllara göre yayın sayısı dağılımı.....	60
Şekil 3.40: Genetik algoritmaların eCAADe' de toplam yayın sayısı.....	61
Şekil 3.41: Genetik algoritmaların SIGraDI' da yıllara göre yayın sayısı dağılımı.....	61
Şekil 3.42: Genetik algoritmaların SIGraDI' da toplam yayın sayısı.....	62
Şekil 3.43: Genetik algoritmaların hesaplamalı tasarım alanında yaşam döngüsü.	62
Şekil 3.44: Genetik algoritmalarla ilgili toplam yayın sayısının türk-yabancı yazar dağılımı.	63
Şekil 3.45: Voronoi Diyagramı'nın Hesaplamalı Tasarım Alanında Yaşam Döngüsü.	63
Şekil 3.46: Voronoi Diyagramı ile ilgili toplam yayın sayısının türk-yabancı yazar dağılımı.	64
Şekil 3.47: Sürü zekası ve çoklu etmenlerin ACADIA'da yıllara göre yayın sayısı dağılımı.	65
Şekil 3.48: Sürü zekası ve çoklu etmenlerin ACADIA'da toplam yayın sayısı.65	
Şekil 3.49: Sürü zekası ve çoklu etmenlerin ASCAAD'da yıllara göre yayın sayısı dağılımı.	66
Şekil 3.50: Sürü zekası ve çoklu etmenlerin ASCAAD'da toplam yayın sayısı.....	66
Şekil 3.51: Sürü zekası ve çoklu etmenlerin CAAD'da yıllara göre yayın sayısı dağılımı.	67
Şekil 3.52: Sürü zekası ve çoklu etmenlerin CAAD'da toplam yayın sayısı. ..	67

Şekil 3.53: Sürü zekası ve çoklu etmenlerin CAADRIA’da yıllara göre yayın sayısı dağılımı.	68
Şekil 3.54: Sürü zekası ve çoklu etmenlerin CAADRIA’da toplam yayın sayısı.	68
Şekil 3.55: Sürü zekası ve çoklu etmenlerin eCAADe’de yıllara göre yayın sayısı dağılımı.	69
Şekil 3.56: Sürü zekası ve çoklu etmenlerin eCAADe’de toplam yayın sayısı.	69
Şekil 3.57: Sürü zekası ve çoklu etmenlerin SIGraDI’da yıllara göre yayın sayısı dağılımı.	70
Şekil 3.58: Sürü zekası ve çoklu etmenlerin SIGraDI’da toplam yayın sayısı.	70
Şekil 3.59: Sürü zekası ve çoklu etmenlerin hesaplamalı tasarım alanında yaşam döngüsü.	71
Şekil 3.60: Sürü zekası ve çoklu etmenler ile ilgili toplam yayın sayısının türk-yabancı yazar dağılımı.	71
Şekil 3.61: Simülasyona dayalı tasarımın ACADIA’da yıllara göre yayın sayısı dağılımı.	72
Şekil 3.62: Simülasyona dayalı tasarımın ACADIA’da toplam yayın sayısı.	72
Şekil 3.63: Simülasyona dayalı tasarımın ASCAAD’da yıllara göre yayın sayısı dağılımı.	73
Şekil 3.64: Simülasyona dayalı tasarımın ACADIA’da toplam yayın sayısı.	73
Şekil 3.65: Simülasyona dayalı tasarımın CAAD’da yıllara göre yayın sayısı dağılımı.	74
Şekil 3.66: Simülasyona dayalı tasarımın ACADIA’da toplam yayın sayısı dağılımı.	74
Şekil 3.67: Simülasyona dayalı tasarımın CAADRIA’da yıllara göre yayın sayısı dağılımı.	75
Şekil 3.68: Simülasyona dayalı tasarımın CAADRIA’da toplam yayın sayısı.	75
Şekil 3.69: Simülasyona dayalı tasarımın eCAADe’de yıllara göre yayın sayısı dağılımı.	76
Şekil 3.70: Simülasyona dayalı tasarımın eCAADe’de toplam yayın sayısı.	76
Şekil 3.71: Simülasyona dayalı tasarımın SIGraDI’da yıllara göre yayın sayısı dağılımı.	77
Şekil 3.72: Simülasyona dayalı tasarımın SIGraDI’da toplam yayın sayısı.	77
Şekil 3.73: Simülasyona dayalı tasarımın hesaplamalı tasarım alanında yaşam döngüsü.	78
Şekil 3.74: Simülasyona dayalı tasarım ile ilgili toplam yayın sayısının türk-yabancı yazar dağılımı.	78
Şekil 3.75: Yapı Bilgi Modelleme’nin ACADIA’da yıllara göre yayın sayısı dağılımı.	79
Şekil 3.76: Yapı Bilgi Modelleme’nin ACADIA’da toplam yayın sayısı.	79
Şekil 3.77: Yapı Bilgi Modelleme’nin ASCAAD’da yıllara göre yayın sayısı dağılımı.	80
Şekil 3.78: Yapı Bilgi Modelleme’nin ASCAAD’da toplam yayın sayısı.	80
Şekil 3.79: Yapı Bilgi Modelleme’nin CAAD’da yıllara göre yayın sayısı dağılımı.	81
Şekil 3.80: Yapı Bilgi Modelleme’nin CAAD’da toplam yayın sayısı.	81
Şekil 3.81: Yapı Bilgi Modelleme’nin CAADRIA’da yıllara göre yayın sayısı dağılımı.	82
Şekil 3.82: Yapı Bilgi Modelleme’nin CAADRIA’da toplam yayın sayısı.	82

Şekil 3.83: Yapı Bilgi Modelleme'nin eCAADe'de yıllara göre yayın sayısı dağılımı.....	83
Şekil 3.84: Yapı Bilgi Modelleme'nin eCAADe'de toplam yayın sayısı.	83
Şekil 3.85: Yapı Bilgi Modelleme'nin SIGraDI'da yıllara göre yayın sayısı dağılımı.....	84
Şekil 3.86: Yapı Bilgi Modelleme'nin SIGraDI'da toplam yayın sayısı.....	84
Şekil 3.87: Yapı Bilgi Modelleme'nin hesaplamalı tasarım alanındaki yaşam döngüsü.	85
Şekil 3.88: Yapı Bilgi Modelleme ile ilgili toplam yayın sayısının türk-yabancı yazar dağılımı.	85
Şekil 3.89: Biçim gramerleri yayınlarının çözüm söylevi.	88
Şekil 3.90: Biçim gramerleri yayınlarının sürü söylevi.	88
Şekil 3.91: Biçim gramerleri yayınlarının sürdürme söylevi.	89
Şekil 3.92: Biçim Gramerleri yayınlarının reddetme ve sörf yapma söylevi. ..	89
Şekil 3.93: Genetik algoritmalar yayınlarının sürü söylevi.	90
Şekil 3.94: Genetik algoritmalar yayınlarının sürdürme söylevi.	90
Şekil 3.95: Simülasyona dayalı tasarım yayınlarının çözüm söylevi.	91
Şekil 3.96: Simülasyona dayalı tasarım yayınlarının sürü söylevi.	91
Şekil 3.97: Simülasyona dayalı tasarım yayınlarının sürdürme söylevi.	92
Şekil 3.98: Yapı Bilgi Modelleme yayınlarının çözüm söylevi.	92
Şekil 3.99: Yapı Bilgi Modelleme yayınlarının sürü söylevi.	93
Şekil 3.100: Yapı Bilgi Modelleme yayınlarının sürdürme söylevi.	93
Şekil 4.1: Birnbaum yönetsel moda yaşam döngüsü modeli.....	95
Şekil 4.2: Toplam yayın sayılarının türk-yabancı yazar dağılımı.	96
Şekil 4.3: Yabancı yazarların hesaplamalı tasarım yöntemlerini kullanım oranları.	97
Şekil 4.4: Türk yazarların hesaplamalı tasarım yöntemlerini kullanım oranları.	97

TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 4.1: Çalışma kapsamında yapılan analizler ve değerlendirmeler.....95

SEMBOL LİSTESİ

ACADIA	:Association for Computer-Aided Design in Architecture in North America
ASCAAD	:Sitio Oficial - Arab Society for Computer Aided Architectural Design
BIM	:Yapı Bilgi Modelleme
CAADRIA	:Sitio Oficial - Computer Aided Architecture Design Research In Asia
CAAD	:Computer-Aided Architectural Design
CumInCAD	:Cumulative Index about publications in Computer Aided Architectural Design
eCAADe	:Education and research in Computer Aided Architectural Design in Europe
SIGraDI	:Sociedad Iberoamericana de Gráfica Digital

ÖNSÖZ

Çalışmamın her aşamasında beni yönlendiren, ilgi ve desteğini esirgemeyerek bana güven veren değerli hocam ve danışmanım Sayın Dr. Öğretim Üyesi Serkan PALABIYIK'a içtenlikle teşekkür ederim.

Bu çalışmada emeği geçen değerli çalışma arkadaşlarıma ve hayatım boyunca bana verdikleri destek, emek ve sevgileriyle bugünlere gelmemi sağlayan sevgili annem Türkan DEMİRCAN'a, sevgili babam Mustafa DEMİRCAN'a ve her zaman yanımda olan sevgili kardeşim Deniz DEMİRCAN'a sonsuz teşekkürler.

Aralık, 2018

Derya DEMİRCAN

1. GİRİŞ

Toplumsal gelişme kalıpları, kendi içinde kayma, sıçrama ve kırılmalar da içeren, doğrusal olmayan bir evrim sürecidir. Uygarlığın evrim sürecinde ilkel toplum, tarım toplumu, sanayi toplumu ve şimdi de bilgi toplumu olarak nitelendirilen gelişme kalıpları gözlenmektedir. Bu evrim süreci mimari bir bakış açısıyla değerlendirildiğinde; ortaya konulan eserlerin yaşanılan dönemin teknoloji ve malzeme eksenindeki gelişme düzeyi ile bağlantılı olarak üretildikleri anlaşılmaktadır. Bilgi teknolojilerinin giderek artan bir şekilde kullanımıyla meydana gelen günümüz bilgi toplumunda, hesaplamalı tasarım adı altında geliştirilen yeni tasarım yöntemleri kullanılarak tasarım kültürünün ve dolayısıyla mimarlığın farklı bir boyut kazandığı gözlenmektedir.

Sunulan bu çalışma hesaplamalı tasarım alanında farklı bakış açılarına göre geliştirilmiş hesaplamalı tasarım yöntemlerinin **sistemantik** bir anlayışla ele alınıp **kurgulanması** ve söz konusu tasarım yöntemlerinin **yayılm** ve **kullanımlarının, moda kavramı** üzerinden araştırılması ile ilgilidir.

Genellikle, giyim için kullanılan “moda” kavramı, aslında geniş bir alanda etkin olan ve insan hayatını genel bir şekilde biçimlendiren tercihlerdeki sürekli değişimi, bir **yaşam döngüsü** ile tarif etmektedir. Moda için tanımlanan bu yaşam döngüsü; yaratma, gelişim, olgunluk, gerileme ve yok olma safhalarını içermektedir. İşletme, yönetim ve yapım yönetimi disiplinlerinde yaygın olarak kullanılan yaşam döngüsü mantığı, çalışma kapsamında hesaplamalı tasarım alanında ele alınan tasarım yöntemlerinin **yayılm** ve **kullanımlarına** göre **hangi aşamada olduklarının** belirlenmesi amacıyla uygulanmıştır.

Hesaplamalı tasarım yöntemlerinin moda kavramı üzerinden araştırıldığı bu çalışmada, hesaplamalı tasarım konusunda uluslararası katılımcı-okuyucu kitlesine sahip ve bilimsel saygınlığı ile bilinen, bilgisayar destekli mimari tasarım yayınları hakkında bir kümülatif indeks olan, **CumInCAD** (Cumulative Index about publications in Computer Aided Architectural Design) **örneklem alan** olarak belirlenmiştir.

Çalışma kapsamına alınan tasarım yöntemlerinin örneklem alan içerisindeki yayılım ve kullanımlarının araştırılması noktasında ise, bilimsel amaçlı çalışmaların değerlendirilmesine olanak sağlayan, **bibliyometrik analiz** ve incelenen metnin içeriği ile ilgili geçerli ve tekrarlanabilir sonuçlar çıkarmak için kullanılan, **içerik analizi** yöntemlerinden yararlanılmıştır.

1.1 Çalışmanın Amacı

Bilgi ve iletişim teknolojilerindeki evrimleşme süreci, mimari tasarım ve dolayısıyla mimarlık alanında;

- Bilgisayar ortamında modellenen ürün temsili ve iletişim amaçlı kullanımdan, veri, enformasyon ve bilginin işlenmesine.
- İnsan zihinsel süreçlerine özgü bir etkinlik olan yaratıcılığı ve karar vermeyi desteklemeye doğru gitmektedir.

Bu süreçte, çağdaş tasarım uygulamalarında önemli bir rol üstlenerek, tasarım kültürünün son yıllardaki değişimine yön veren çok sayıda **hesaplamalı tasarım yöntemi** geliştirilmiştir.

Sunulan bu çalışmada ki **üst hedef**; hesaplamalı tasarım alanında geliştirilen yöntemlerin sistematik bir sınıflandırması yapılarak, moda kavramı üzerinden yaşam döngülerinin belirlenmesidir.

Buna göre, işletme, yönetim ve yapım yönetimi disiplinlerinde kullanımı oldukça kabul görmüş, yönetsel modalarda belirlenmesinde kullanılan analiz yöntemlerinin, mimarlık alanında **uygulanabilirliği** ve **potansiyelleri**, hesaplamalı tasarım yöntemlerinin yayılım ve kullanımının araştırılması ile ele alınmıştır.

Bu kapsam çerçevesinde çalışmanın amaçları:

- Hesaplamalı tasarım alanında geliştirilmiş hesaplamalı tasarım yöntemleri ile ilgili seçilen örneklem alan içinde yapılmış bilimsel yayınlar incelenerek bu alana olan ilginin gerek sayısal gerekse içerik yönünden mevcut durumunu tespit etmek.

- Hesaplmalı tasarım alanında araştırmalar yapan Türk akademisyenlerin bu alana olan ilgilerinin ne yönde ve ne yoğunlukta olduğunu belirleyerek mevcut durumun yurt dışı ile bir karşılaştırmasını yapmak.
- Seçilen örneklem alan üzerinde bibliyometrik analiz yöntemi kullanılarak çalışma kapsamında ele alınan tasarım yöntemlerine ait yaşam döngülerini belirlemek.
- İçerik analizi yöntemi kullanılarak değerlendirilen araştırmacı söylevlerine (problem, çözüm, sürü, sürdürme, reddetme, sörf yapma) göre ilgili tasarım yöntemlerinin hangi safhada (yaratma, gelişme, olgunluk, gerileme, yok olma) olduklarını belirlemektir.

Hesaplmalı tasarım alanında yapılan bu çalışma ile hesaplmalı tasarım yöntemleri özelindeki araştırma konularının olası potansiyellerinin (araştırmalar devam etmeli, araştırmalar başka alanlara kaymalı) belirlenmesi ve bu alanda yapılacak daha sonraki araştırmalar için bir öneri perspektifin çizilmesi öngörülmektedir.

1.2 Çalışmanın Organizasyonu

Hesaplmalı tasarım alanında geliştirilen tasarım yöntemlerinin sistematik bir anlayış ile ele alınarak, moda kavramı üzerinden değerlendirildiği bu çalışma 5 ana bölümden oluşmaktadır. Birinci bölüm, bu akademik araştırmanın gerçekleşmesinin arkasında yatan motivasyonel faktörleri, çalışmanın önemini, amaçlarını ve organizasyonunu içermektedir. İkinci bölümde, hesaplmalı tasarım kavramı ile mimarlıkta hesaplmalı tasarım süreci üzerinde durulmuş ve genel olarak hesaplmalı tasarım yöntemleri incelenmiştir. Üçüncü bölümde, moda kavramı ve mimarlık ile modanın ilişkisi ele alınarak moda kavramının belirlenmesinde kullanılan yöntemler açıklanmıştır. Dördüncü bölümde, yönetsel modaların belirlenmesinde kullanılan analiz yöntemlerinin, mimarlık alanında **uygulanabilirliği** ve **potansiyellerinin** belirlenmesi amacıyla izlenen süreç sunularak, araştırma bulguları ve sonuçları yorumlanmıştır. Son bölümde ise çalışmanın genel sonuçları özetlenmiş ve gelecek çalışmalar için öneriler sunulmuştur.

2. KURAMSAL ÇERÇEVE

2.1 Hesaplamalı Tasarım

Bilgisayar ve yazılımlara rahatlıkla ulaşılabilen günümüz dünyasında hesaplamalı teknolojiler hayatımızın hemen her alanında var olarak düşünce sistemimiz ve yöntemlerimizi değişime uğratmaktadır. Hesaplamalı teknolojilerin gelişmesi ve mimarlık ile ilişki kurması beraberinde mimari düşünce ve çözüm yöntemlerinde değişimi kaçınılmaz kılmıştır. Nihayetinde, bilgisayar gibi problem çözme ve hesaplama hızı yüksek araçların mimari çözümlere yaptığı katkının görülmesi, bilgisayarın kâğıt-kalemin yerine konulduğu sadece bir sunum aracı olmasının ötesinde tasarım probleminde cevap üreten bir tasarım ortağı olarak kullanılmasını olanaklı hale getirmiştir. Bu süreçte mimari tasarımda hesaplamalı yaklaşımlar ile beraber birçok farklı tasarım yönteminin geliştirildiğı ve farklı başlıklar altında sınıflandırıldıkları görülmektedir.

Mimaride hesaplamalı tasarım alanında geliştirilen yöntemlerin sistematik bir sınıflandırılmasının yapılarak yaşam döngülerinin belirlenmesi amacı ile moda kavram üzerinden incelendiğı çalışmanın bu bölümünde, hesaplamalı tasarım özelinde temel kavramların (hesaplama, hesaplamalı tasarım) tanımlamalarına yer verilmiş, hesaplamalı tasarım sürecinin tarihsel gelişimi ve bu süreç içinde geliştirilen hesaplamalı tasarım yöntemleri incelenerek değerlendirilmiştir.

2.1.1 Hesaplamalı Tasarım Kavramı

Hesaplamalı tasarım kavramının anlaşılabilmesi adına öncelikle bu iki kelimenin ayrı ayrı ve bir araya geldiklerinde beraber ne demek olduğunu anlamaya çalışmak faydalı olacaktır.

Hesaplama kelimesi dilimize, İngilizcede yer alan “computation” kelimesinden gelmektedir. “Computation” kelimesinin zaman içinde nasıl

evirildiğini anlamak için etimolojik kökenleri incelendiğinde, Latince “computare” den geldiği görülür. Kökündeki “com” beraber/ile anlamına gelirken, “putare” ise açığa kavuşturmak, yerli yerine oturtmak, hesaba katmak/hesaplaşmak anlamlarına karşılık gelmektedir. Buna göre “computare” kelimesi hepsini beraber açığa kavuşturmak, yerli yerine oturtmak ve hesaba katmak anlamlarını taşır (www.etymonline.com).

Tasarım kelimesi ise İngilizce'deki design ve Fransızca'daki projeter sözcükleri karşılığı olarak kullanılmaktadır. Design kelimesi etimolojik yönden incelendiğinde Latince'den gelip de+signare kökenlerinden oluştuğu görülür. Buradaki signare işaret etmek manasında olup, signum işaret kökünden türetilmiştir. Sözlük anlamı, bir plan ya da eskizi yapmak üzere zihinde canlandırmak; biçim vermek ya da üretilmek üzere zihinde canlandırılan bir plan ya da şeydir. Bir sonucu hazırlayan adımların ortaya konulduğu zihni bir proje ya da şemadır (Bayazıt, 2004).

“Computation” kavramı 1970’li yılların ortalarında bilgi teknolojilerinin yaygın bir şekilde kullanılmaya başlanması ile birlikte yükselişe geçmişse de kelime olarak ilk kez bilgisayarların olmadığı bir zamanda 15. yy’da kullanılmıştır. Hem aritmetik sayma ve hesaplama hem de sayılarla olmayan bir hesaba katma, açığa kavuşturma anlamlarını aynı anda içinde barındıran “computation” kavramının tasarım ile birlikte “computational design” (hesaplamalı tasarım) olarak kelime anlamı sorgulandığında; tasarım yoluyla düşünme ve araştırmayla iç içe geçmiş bir noktada olduğu söylenebilir (Dritsas, 2012).

Matematik ve geometri, psikoloji, felsefe, biliş bilimi, bilgisayar bilimi, biyoloji gibi birçok bilim dalı ile ilgili olan hesaplamalı tasarım, sistemler teorisi ve sibernetikten başlayarak, morfogenezise kadar uzanan çok katmanlı bir süreci izler (Ahlquist, Menges, 2011).

Nesneden çok sürecin tasarımına ve tasarım mantığının sistematik bir çerçevede tanımlanmasına öncelik verilen hesaplamalı tasarımda, tasarım olgusu analog, statik, tasarım ve tasarımcı odaklı, tek merkezli anlayıştan, zaman, mekân ve çokluğun bağlamına uygun, dinamik, hesaplamalı, veri ve süreç odaklı, şeffaf ve ilişkisel bir anlayışa dönüşmektedir. Mimarlık bu anlayışa göre artık mekânda yaratılan biçimlerin değil ilişkilerin bir sonucudur. Bu bağlamda bazı tasarım

eylemlerinin insan-tasarımcıdan hesaplamalı sisteme aktarılması ve böylelikle sistemin bir derecede otonomluk kazanması söz konusudur. Hesaplamalı sistemin tasarımcı ile görev paylaşımı yaptığı bu anlayışta, geliştirici tasarımcının kendisidir. Süreç içinde tasarımcı tasarım mantığını bazı algoritmalar, kurallar, parametrik bağlantılar, matematiksel ilişkiler ve veri (data) yapıları ile kodlayarak tasarımı hesaplanabilir hale getirir (Gürsel Dino, 2015; Gürer, Alaçam, 2015).

2.1.2 Mimarlıkta Hesaplamalı Tasarım Sürecinin Evrimi

Son yıllarda mimarlıktaki en önemli paradigma değişiminin, hesaplama teknolojilerinin tasarımda uygulanması ve bununla ilişkili olan form, tasarım düşüncesi ve tasarım süreçleri ile ilgili değişimler olduğu söylenebilir (Gürsel Dino, 2015). Bu bağlamda hesaplama teknolojileri, tasarımı diğer pek çok örgütsel sürecin parçası olan bir süreç haline getirmiş ve tasarımcının araştırması için bu süreçlerin algısal ve bilişsel yönlerine vurgu yapmıştır (Arpak, 2012). Bu alandaki ilk araştırmalar 1962 yılında Tasarım Araştırma Cemiyeti (Design Research Society) tarafından Londra'da gerçekleştirilen 'Tasarım Yöntemleri Kongresi' ne tarihlenir. Bunu 1965 yılında Birmingham'daki 'Tasarım Yöntemi', 1967 yılında Portsmouth'daki 'Mimarlıkta Tasarım Yöntemleri' ve 1968 yılında Design Methods Group'un MIT' de gerçekleştirdiği 'Çevre Tasarım ve Planlamada Ortaya Çıkan Yöntemler' konulu ilk uluslararası kongre izlemiştir (Öymen Gür, 2014; Arpak, 2012). Farklı disiplinler ve perspektifler kullanılarak gerçekleştirilen bu kongrelerde, potansiyel tasarım yöntemlerinin düzenlenmesi konusunda birçok yaklaşım ortaya çıkmıştır. Araştırmacıların bir bölümü deneyim ve fenomenoloji üzerinde dururken diğerleri daha analitik ve mekanistik görüşleri desteklemişlerdir (Arpak, 2012).

Ortaya konulan tasarım yaklaşımları bağlamında mimarlık alanındaki ilk çalışmalar, mimarlığın mühendislik problemlerine benzer alt problem alanlarında analiz, tahmin ve değerlendirme modelleri olarak gerçekleştirilmiştir. Bu modeller iyi yapılandırılmış problemlere sayısal çözüm üreten ve veri işlemeye dayalı, analitik çözüm yöntemleri ile kurgulanan algoritmalarla tanımlanmıştır.

Mimari tasarım sürecinin farklı aşamalarında yararlanabilen bu modeller, günümüzün bilgi ve iletişim teknolojilerindeki olanaklar ve fizik, kimya, biyoloji

gibi farklı disiplinlerden yansıyan kuram ve yöntemlerin disiplinler ötesi uygulamaları ve hesaplamalı tasarım kuramları ile birlikte bütünleşik bir hesaplamalı tasarım yaklaşımına doğru evrilmektedir.

Hesaplamalı tasarım yaklaşımları, mimari tasarımın sayısal ortamdaki temsilini geometrik ‘semboller’ yerine geometrik ‘ilişkiler’ olarak değiştirmektedir. Bu nedenle, mimari ürünün parametrelerle temsili, formunun geometrik (boyutsal, biçimsel) özelliklerini temsil etmenin ötesinde, performansını, yani tasarım ürününün malzeme ve eleman ölçeğinden mekâna ve strüktüre, mekânın işlevsel ve çevresel performansından görsel performansına kadar geniş bir yelpazeyi kapsayan formun davranışını da temsil etmektedir. İki ve üç boyutlu çizimler ile başlayarak görsel modelleme teknikleri ile gelişen uygulamalar, hesaplamalı yaklaşımlar ile geniş bir kullanım alanı bulmuştur. Hesaplama teknolojilerinin gelişmesinin bir sonucu olarak temel geometrik formların kısıtlayıcılığı ortadan kalkmış ve karmaşık eğrisel formların tasarımı ve bilgisayar destekli üretimi gündeme gelmiştir.

Günümüzde analitik süreçlerin hesaplamalı modellere dönüştürülmesi konusunda oldukça ilerleme kaydedildiği ve hesaplama teknolojilerinin kullanılması noktasında, sadece fikirlerin ve hesaplama ilkelerinin mimari form çalışmalarına eklemlenmeleri ile sınırlı kalmadığı, tasarlama eylemine ve süreç içerisinde kullanılan tasarım yöntemlerine daha geniş bir çerçevede (tasarım tanımlarının değerlendirilmesi ve simülasyonu açısından) etki ettiği görülmektedir. Hesaplama teknolojileri ve algoritmalarındaki gelişmeler bu hesaplamaların boyut ve karmaşıklığının artmasına izin vererek birkaç yıl öncesinde hayal bile edilemeyen birçok tasarımı bugün mümkün kılmaktadır (Kilian, 2012).

Günümüzde mimarlık alanında uygulanan hesaplamalı tasarım süreçlerinde aşağıdaki gibi farklı yaklaşımlar izlenmektedir:

- Tasarım parametrelerinin ve çevresel etkenlerin, bilgiye dayalı üretken sistemlerle temsil edilerek kavramsal tasarımların üretilmesi;
- Tasarım sürecinde ve son tasarım aşamasında yalnızca statik ve analitik modeller yerine, stokastik ve dinamik simülasyon modelleriyle de ayrıntılı olarak ürünün performansının test edilmesi ve tasarım alternatiflerinin geliştirilmesi;

• Çok ölçütlü karar verme süreçlerinde karar destek sistemlerinin kullanılması (Çağdaş, 2015).

2.1.3 Hesaplamalı Tasarım Yöntemleri

Hesaplamalı tasarım yöntemleri, tasarımın düşünsel, deneysel ve görsel yönlerini kapsayıcı bağlamda buluşsal (höristik) analitik, veya eniyileme yöntemleri ile bütüncül bir yaklaşım içinde kurgulanan bir süreci tanımlar. Matematiksel, mantıksal ve ilişkisel süreçlere dayalı hesaplamalı (parametrik / üretken / performansa dayalı) tasarım paradigmaları, çok farklı yaklaşımlarla yaratıcı tasarım sürecine ve ürüne yansıtılabilmektedir (Çağdaş, 2015).

Mimarlıkta hesaplamalı tasarım yöntemleri farklı kuram, yöntem ve teknikler bağlamında farklı problem alanlarında, farklı ölçeklerdeki karar süreçlerinde planlama ve tasarım amaçlarıyla kullanılmaktadır. Bu hesaplamalı tasarım yöntemleri çalışma kapsamında Parametrik, Üretken, Evrimsel ve Performansa Dayalı Tasarım Yöntemleri başlıkları altında ele alınmış ve bölümün devamında alt başlıkları ile açıklamalarına yer verilmiştir (Gu, Singh, 2010; Kotnik, 2010).

2.1.3.1 Parametrik Tasarım Yöntemleri

Türk Dil Kurumu Sözlük'ünde parametre; matematik alanında, bir etki ya da ilişki göstermek için kullanılan değişken olarak tanımlanmaktadır (www.tdk.gov.tr/tdksozluk.). Bilgisayar alanında ise bir dizi komutun özel bir program için verilmiş değerini gösteren değişkeni ifade etmektedir.

Parametrik tasarım genel bir tanımla, tasarım sürecinde yer alan bir objeyi önceden belirlenen değişkenlere bağlı olarak kurulan organizasyon içinde tasarlamak şeklinde ifade edilebilir (Köroğlu, 2016).

Parametrik tasarım sürecinde tasarım parametreler aracılığıyla tanımlanır. Bu parametreler, kurallar ve limitler doğrultusunda organize olur ve süreç içerisinde parametrelere verilen farklı değerlerle, farklı objeler ya da farklı varyasyonlar ortaya

çıkar. Parametreler arasındaki ilişkiyi şekillendirmek için denklemler, eşitlikler kullanılmaktadır. Kurulan ilişki model sayesinde tasarım varyasyonlarının tüm olası durumları araştırılabilir ve türetilebilir. Bu süreçte parametre ilişkileriyle tanımlanmış geometriler, “ilişkilendirilmiş geometriler” olarak adlandırılır (Burry 1999; Kolarevic, 2000; Özdemir, 2016; Köroğlu, 2016).

Parametrik tasarım ile ilişkili ilk Bilgisayar Destekli Tasarım (CAD) sistemi olan SKETCHPAD, 1963 yılında Ivan Sutherland’ın Massachusetts Teknoloji Enstitüsü’nde yazdığı “SKETCHPAD, İnsan Makine Arasında Bir İletişim Sistemi” (SKETCHPAD, A Man Machine Graphical Communication System) başlıklı doktora tezi sonucunda ortaya çıkmıştır (Vardouli, 2012). Bilgisayar aracılığıyla alternatif formları oluşturabilen yenilikçi bir program olarak tasarlanmış olan “Sketchpad”, doğru parçaları ve yaylar aracılığıyla figürler oluşturabilen bir makinedir. Yapılan işlemler sırasında şekillerin temel özelliklerini koruyabilen Sketchpad, varyasyonel modelleme kavramlarının gelişmesine aracı olmuştur (Köroğlu, 2016).

Hesaplama teknolojiler ile mimarlar modern geometrinin gelişimini sağlayan, uzaysal mekanın eğrisel ve çok boyutlu oluşları ana fikirleri üzerinde gelişen Öklid dışı geometri bilgilerini (ör. hiperbolik geometri, küresel geometri) kullanıp tasarımlar yapmaya başlamışlardır (Kolarevic, 2003). Mekânın üç boyutlu kartezyen koordinat sisteminde kurgulanmış Öklidyen bir boşluk olduğu fikri, bilgisayar destekli tasarım yöntemlerinin gelişmeye başlamasıyla, mekânların sadece Öklidyen geometriye ait bilgilerle şekillenen tasarımlar olduğu düşüncesini değiştirmeye başlamıştır. Çünkü Öklid geometrisinde noktalar arasındaki ilişki (uzunluk, alan ve hacim), sabit uzunluklar ve ölçülerle tanımlanırken, modern geometride mesafe, yakınlık ile tanımlanamayan ve sabit kalmayan, dinamik bir uzunluk cinsi ile ifade edilmektedir (Terzi, 2009).

Saunders'a (2009) göre karmaşık geometrilerin hesaplanması gibi teknik gelişmeler ile modern geometrilerin modellemelerini oluşturan arayüzlerin ulaşılabilirliği mimarları iki boyutlu ortogonal mantıktan kurtarmıştır. Mimarlar artık düzlemsel geometriler dışında topolojik geometri, cebirsel geometri, fraktal geometri, difreansiyel geometri gibi karmaşık geometrileri de parametrik tasarım süreci kapsamında tasarımlarında kullanmaya başlamıştır (Saunders, 2009). Bu süreçte parametrik fonksiyonlar, karmaşık geometrilerin geleneksel çizim veya

temsil yöntemleriyle ifade edilemeyen yapısının görselleştirilmesine ve işlenmesine imkân verir. Aynı zamanda temel formları deforme etmek, dönüştürmek veya onları bir araya getirmek yerine birçok değişken ile ifade edilebilen yüzeyler, eğriler ve hacimlerle çalışma olanağı sağlar (Yetkin, 2011).

Ceccato (2010) mimarlık firmalarının karmaşık geometrilere olan ilgilerinin gittikçe artmasını, daha önce karşılanması çok zor ya da mümkün olmayan estetik ve performans gibi tasarım kriterlerinin, geliştirilen geometrilerle gerçekleştirilebilir hale gelmesi ile açıklamaktadır (Güner, 2016).

Gelinen noktada Kolareviç parametrik tasarım yaklaşımıyla mimarın yapı üretim süreci üzerindeki rolünün değişmekte olduğunu ve tarihte ilk kez mimarların belirli bir bina biçimi tasarlamak yerine belirli prensiplerin kodlandığı üretken bir parametre setini yarattıklarını ifade eder. Böylece sabit bir takım formlar ve çözümler reddedilerek, sonsuz çeşitlilik potansiyeline sahip bir tasarım dünyası keşfedilmektedir (Kolarevic, 2003).

2.1.3.1.1 Topolojik Geometri

Fransızca “topologie” kelimesinden gelmekte olan topoloji, kelime anlamı olarak, geometrik cisimlerin nitelikleriyle ilgili özelliklerini ve bağıl konumlarını, biçim ve büyüklüklerinden ayrı olarak ele alıp inceleyen geometri dalı olarak tarif edilmiştir (www.tdk.gov.tr/tdksozluk). Topoloji, şekillerin büyüklük ve biçim özellikleri ile değil, şekil bozulmaları karşısında değişmeden kalan özellikleri ile ilgilenir (Karaş, Batuk, 2005).

Öklid geometrisine göre biçimleri döndürebilmek ya da hareket ettirebilmek olanaklıdır. Ancak biçimleri uzatmak veya bükmek o biçimi farklı bir biçime sokmak anlamına gelmektedir (tr. Wikipedia.org). Topolojik geometride ise topolojik dönüşümlerde geometrik şekiller metrik özelliklerinden tamamen bağımsız olarak dönüşüme tabi olmaktadır. Böylece şekiller değişmeye uğrarlar, fakat topolojik özellikleri korunur. Örneğin, bir karenin bir çember üzerine resmedilmesi veya tersine bir çemberin bir kare üzerine resmedilmesi birer topolojik dönüşümdür (Şekil 2.1). Burada dönüşüm birebirdir ve uzunlukları korunmaz. Şekil deforme olmakta,

bununla beraber şekiller üzerindeki noktalara ait sıralama korunmaktadır (Karaş, Batuk, 2005).



Şekil 2.1: Topolojik dönüşüm.

Karmaşık sistemlerin uzaysal ilişkilerini geometrik olarak tarif edebilmek için bilginin kesinliği yerine göreceliği içinde tanımlanmasına, yani topolojiye ihtiyaç vardır. Topolojik uzayda, geometri, örtük denklemlerle değil, bir dizi olasılıkları tanımlayan parametrik işlevlerle temsil edilir (Kolarevic, 2000). Buna göre topolojik geometride objenin kenar, köşe ve nokta sayısı gibi değerlerine bağlı olarak ilişkisel strüktürler tanımlanmaktadır.

Kolarevic (2003), topolojiye dayalı tasarımlarda, biçimsel konfigürasyonlara ait biçimlerin arasındaki ilişkisel mantığı kurmanın önemine işaret etmektedir. Ona göre, mantık kurulduktan sonra çeşitli dönüşümlere açık, aynı ilişkisel sistem üzerine kurulu birçok biçimsel alternatifin üretilebilmesi dinamik bir tasarımı mümkün kılmaktadır (Kolarevic, 2003).

2.1.3.1.2 Cebirsel Geometri

Cebir genel olarak, sayıların arasındaki genel ilişkileri açıklamak için tasarlanan matematiksel dilin bir parçası olarak ifade edilebilir (MacGregor and Stacey 1995). Cebirsel geometri ise; genel sayı ilişkilerini ve özelliklerini gösteren; bilinmeyenleri, formülleri, örüntüleri, yer tutucuları ve ilişkileri içeren cebirsel nesnelere ile geometrinin dili ve problemlerini bir araya getiren bir matematik dalıdır (Akkan, Baki, Çakıroğlu, 2009; tr. Wikipedia.org).

Cebirsel geometrinin nesnelere, cebirsel denklemler (polynomial equations) tarafından belirlenir. Cebirsel geometri ile oluşturulan cebirsel yüzeyler geometrik

ve topolojik olarak son derece karmaşık olmalarına karşın çok tutarlı ve uyumludurlar. En belirgin özellikleri, çoğu zaman kıvrımlı olan birçok kavisli parça sergilemeleridir (Barczik, Labs, Lordick 2009).

Cebirsel yüzeyler neredeyse son iki yüzyıldır matematikçiler tarafından çalışılmaktadır. Bu süre içerisinde matematikçiler tarafından üretilen modeller mimari ve sanatı etkileyerek gerek mimarlar gerekse sanatçılar tarafından tasarımlarında kullanılmıştır. Kavramsal engel ve teknik zorlukların ortaya çıkmasıyla iki ve üç boyutlu cebirsel yüzey üretimi ve kullanımı uzun ömürlü olmamıştır. Yakın zamana kadar da karmaşık matematiksel hesaplamaları nedeniyle cebirsel yüzeyler tasarımcılar tarafından etkin kullanılamamıştır (Barczik, 2012). Ancak günümüzde yazılım ve donanım alanındaki ilerlemeler, şimdiye kadar doğası, potansiyelleri incelenmemiş olan cebirsel yüzeylerin görselleştirilip, işlenmesine olanak sağlamıştır. Artık mimarlar ve sanatçılar geliştirilen araçlar aracılığıyla şimdiye kadar tam anlamıyla hayal edilemeyen nesnelere görselleştirip manipüle ederek tasarımlarında kullanabilmektedir (Barczik, Labs, Lordick 2009).

Cebirsel yüzeyler belirli polinomların sıfır setleridir (Barczik, Labs, Lordick 2009). Geometrik ve topolojik olarak son derece karmaşık ama çok yapısal, sağlam ve uyumludurlar. Onlar neredeyse iki yüzyıl boyunca matematikçiler tarafından çalışılmışlar ve sanatçılar ve mimarlar matematikçiler tarafından inşa edilen modelleri keşfettiklerinde ve onları çalışmalarına dahil ettikleri zaman, onları modern bir sanat ve mimariyi etkilemişlerdir.

2.1.3.1.3 Fraktal Geometri

“Fraktal” kelimesi, kırılma veya parçalanma anlamına gelen Latince frangere kelimesinden türetilmiştir. Matematikte “fraction” kelimesi, frangere’ nin geçmiş katılımcısı olan Latin fractus’tan türetilmiş olup kesir, bölüntü anlamına gelmektedir. Bir kesir, bir sayıyı diğerine bölerek üretilen bir değer ve daha büyük bir bölüntünün parçasıdır. Fraktal kelimesinin anlamı hem orijinal Latince hem de matematiksel varyasyonundan alınmıştır. Konvansiyonel kullanımda, fraktal kelimesi iki bağlamda kullanılır; ilk kullanımı düzensiz boyutsallık türünü, ikincisi ise sonsuz derin geometrik seti tanımlar (Ostwald, M. J., Vaughan, J., 2016).

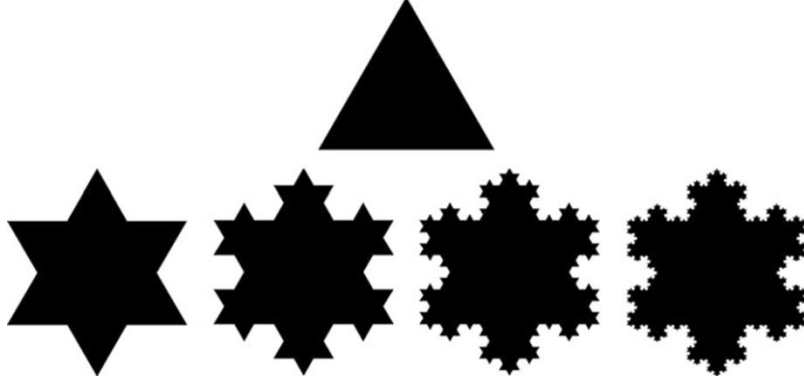
Mandelbrot , Les Objects Fractals adlı kısa metninde, bilimin doğal nesnelere tanımlamak için kullandığı geleneksel araç olan Öklid geometrisinin temelde bu amacı yerine getiremediğini öne sürmektedir. Bilimde, tarihsel olarak pürüzlülük ve düzensizliğin, sonlu değerlere sahip altta yatan sistemleri gizleyen bir sapma olduğu düşünülürken, Mandelbrot bu ikilemi çözmek için, tüm doğal olarak meydana gelen olayların parçalanmasının bu kadar kolay göz ardı edilemeyeceğini ifade etmektedir.

Bu anlayışla, Mandelbrot, belirli doğal yapıların, geleneksel tamsayı boyutları arasındaki aralıkta yorumlanabileceğini öne sürmüştür. Örneğin, bir mikroskop altında bir kartanesine bakarsak, bir çizgiden ($n > 1.0$) daha fazlasını, ancak bir yüzeyden çok daha azını ($n < 2.0$) kapladığı görülür. Bu nedenle gerçek boyutu, birden fazla ama ikiden az olan bir kesirdir. Mandelbrot, kesirli, tamsayı olmayan boyutları "fraktal boyutlar" olarak adlandırmıştır. Mandelbrot, evrimsel ve sonsuz karmaşık görüntüler üretmek için kendilerini parametrik olarak tekrarlayan bir dizi geometrik yapıyı kullanarak bir tür düzensizliği tanımlamıştır. Bu süreçte Mandelbrot fraktal boyutları açıklamak için fraktal geometrik kümeler kullanmış ve bunun tersini de doğru kabul etmiştir.

Mandelbrot yaptığı tanımlamanın, materyal dünyasında görsel olarak fraktalları anımsatan, ancak orijinal olarak belirlediği kesin topolojik koşulları yerine getiremeyen birçok matematiksel seti dışlama biçiminden dolayı memnun değildi. Bu yüzden Mandelbrot tanımını gözden geçirerek **fraktal geometri** ve **fraktal boyutlar** arasında ayırım yapmak zorunda kalmıştır. Fraktal geometri, topolojik uzayda var olan ve yüksek düzeyde öz-benzerlik gösteren belirli geometrik kümeleri ifade ederken, fraktal boyutları ise topolojik veya maddi dünyada var olabilecek düzensiz nesnelere boşluk doldurma özelliklerini açıklayan daha genel bir terim olarak tanımlamıştır.

Bir fraktal geometrik figür, bir dizi yinelemeli kurallar kullanarak bir geometrik kümenin art arda bölünmesi veya büyütülmesiyle oluşturulan bir geometrik şekildir. Bu süreç, farklı seviyelerde büyütme altında görünme eğilimi olan parçalara sahip bir figür üretir. Örneğin, başlangıç geometrik kümesi eşkenar bir üçgen ve kural bu üçgenin her bir kenarı için 3 eşit parçaya ayrılması, ortadaki parçanın kaldırılması ve yerine tabansız bir eşkenar üçgenin yerleştirilmesi olarak tanımlanırsa, kural ilk kez uygulandığında bir üçgenden altı köşeli bir yıldız, kuralın

tekrarı halinde sonuç git gide kar tanesine benzemeye başlayacaktır. Bu işlem sonsuz sayıda tekrarlanabilir, giderek daha küçük ölçekli, üçgen eklemeler olsa da, geometrik olarak özdeş bir sonsuz dizilim meydana getirir. Bu özel geometrik set Koch Kar Tanesi (The Koch Snowflake) olarak bilinir ve büyütme ölçeğinden bağımsız olarak geometri aynı görünür (Şekil 2.2).



Şekil 2.2: Koch kartanesi fraktal seti; başlangıç rakamı (yukarıda) ve ilk dört tekrar (altta).

Koch Kar tanesi, Sierpinski Üçgeni (Şekil 2.3) gibi tekrarlayan şekillere sahip birçok tanınmış fraktal dizi vardır. Sadece zihin, bilgisayar simülasyonu veya algoritmik süreçlerde gerçekleştirilebildikleri için, bunlar genellikle "ideal fraktallar" olarak adlandırılır.



Şekil 2.3: Sierpinski üçgen fraktal seti; başlangıç rakamı (yukarıda) ve ilk dört tekrar (altta).

Mandelbrot, fraktal geometriyi, tekrara dayalı olarak uygulanan geri bildirim kurallarının (Iterative Function Systems veya IFS olarak da bilinir) bir sistemin uygulanmasından kaynaklanan bir tür geometrik fenomen olarak tanımlamıştır. (Ostwald, M. J., Vaughan, J., 2016).

Fraktal geometri ile sahil şeridinden dağlara, yapraklardan hava durumu değişikliklerine, bulutların oluşumundan müzikal armonilere kadar ortaya çıkan her türlü nesnenin matematiksel olarak tanımlanabilmesi mümkündür (Chan, CW. Chiu, ML. 2000).

Fraktal geometrinin doğuşu, özellikleri ve ilkeleri hakkındaki anlayış, doğal formların yapısını kavramak için bir temel oluşturur. Bu bağlamda fraktal geometri, matematiksel bir meraktan, doğal dünyayı anlamak için olası bir anahtara dönüşmüştür. Yinelenen işlev sistemleri olarak bilinen bir fraktallar kategorisinin altında yatan temel süreçler şaşırtıcı derecede basittir, ancak inanılmaz karmaşık doğal formlar üretebilme potansiyeline sahiptirler. Basit oluşum kurallarının tekrarlanan yinelemeleri, doğanın karmaşık yapılarının geniş bir dizisini oluşturur; dolayısıyla fraktal yaratıcılık “basitlik karmaşıklığa eşittir” şeklinde özetlenebilir. Bu yapının özelliklerinin analizi, bu ilkelerin mimariye uygulanması için bir sıçrama tahtası görevi görmektedir. Bu anlayışa göre fraktal mimari, doğal formun geometrisini yöneten ilkelere dayanan mimari formun tasarımında ve geliştirilmesinde yenilikçi bir yaklaşımı ifade eder (Harris, J. (2012).

Mandelbrot tarafından önerilen bu geometrik düzenle bilgisayar destekli tasarım alanındaki birçok çalışmanın temeli hazırlanmıştır (Güner, 2016).

Hesaplamalı tasarım teknolojilerin gelişimi paralelinde fraktallar, yaratıcı tasarım süreçlerini desteklemek adına, parametrik tasarım yöntemleri alanında bilinçli olarak kullanılmaya başlanmıştır.

Bu süreç mimarlık ile ilişkili yapılan çalışmalar özelinde incelendiğinde; 1970'lerin sonlarında matematikte ön plana çıkan fraktal geometrinin, 1990'ların başlarına kadar, yapılı çevrenin analizinde uygulanmadığı görülür. Bu alanda 1990 lar ile başlayan çalışmalardan bazıları şu şekildedir, Batty ve Longley (1994) ve Hillier (1996), kentsel mekânın görsel özelliklerini anlamak için fraktal geometriyi kullanma yöntemlerini geliştirmişlerdir. Oku (1990) ve Cooper (2003, 2005) kentsel silüetlerin analizi için karşılaştırmalı bir temel sağlamak için fraktal geometri kullanmışlardır. Yamagishi, Uchida ve Kuga (1988), sokak manzaralarındaki geometrik karmaşıklığı belirlemeye çalışmışlar ve diğer gruplar, tarihi sokak planlarının analizine fraktal geometri uygulamışlardır. Eglash (1999), yerli mimaride

bulunan geometrik modelleri ve biçimsel ilişkileri fraktal geometri ile karşılaştırmıştır. Ostwald, Michael J.; Josephine Vaughan; Stephan Chalup 2012, binaların genel kompozisyonunu yansıtan modüler paneller veya süs gibi cephe elemanları ile cepheleri oluşturmak için fraktal geometriden yararlanmışlardır (Ostwald, Vaughan, Chalup, 2008).

Bu çalışmalarda, mimari ile fraktal geometri arasında, ilhamdan yapıya, inşaattan yüzey işlemeye ve uygulanan süslemeden algoritmik üretime kadar pek çok farklı olası ilişki bulunmaktadır.

Günümüz mimarisinde yeni tasarımların, Öklidyen kaynaklı formlar yerine, “fraktaller, dalga formları ve kosmos’u oluşturan çeşitli kurgulardan oluştuğu görülür” (Değirmenci, 2009).

2.1.3.1.4 Diferansiyel Geometri

Matematiğin bir dalı olan diferansiyel geometri, geometrik problemlere integral ve diferansiyel hesabı kullanarak çözüm üretir. Günümüzde çekimsel mercekleme, uzay araştırmaları, uzaklık hesaplamaları gibi alanlarda kullanılırken mimarlık alanında ise serbest formlu yapı tasarımında ve kinematik yüzeylerin tasarlanmasında kullanılmaktadır (Bobenko, Sullivan, Schröder, ve Ziegler, 2008; Pottmann, Schiftner, ve Wallner, 2008).

2.1.3.2 Üretken Tasarım Yöntemleri

Üretken hesaplama tasarımı, bilgisayar bilimi ve dilbilim araştırmaları ile havacılık ve deniz mühendisliği alanlarında araştırılmıştır. En eski örnekler Chomsky’nin üretken dilbilgisi üzerine yaptığı çalışmalarda bulunmuş ve sonuçta gelişmiş bilgisayar dilleri oluşturulmuştur. Chomsky’nin sembollerini şekillerle değiştirilerek mimari ile paraleller kurulabilir. Chomsky’nin üretici dilbilgileri, iyi şekillenmiş parantez dizileri üzerinde yaptığı ilk çalışmadan geliştirilmiştir. Bu üretken dilbilgileri artık bilgisayar dilleri ve derleyiciler için ayrılmazdır. Mimari ve

tasarımda, semboller yerine doğrudan şekil ile hesaplanması daha doğal olacaktır (Ediz, Ö. 2009).

Üretken Tasarım yöntemi, yapı ve deneyim üretimine sistem dinamiği yöntemini entegre eden ve yeni estetik deneyim yöntemleri sunan farklı tasarım yaklaşımları olarak özetlenebilir. Sistem dinamiği; kompleks düzenlerin, yapıların zaman içerisindeki davranışlarını ve oluşumlarını anlamaya çalışan bir yöntemdir. Üretken tasarım da buradan yola çıkarak; basit ve küçük sistemlerin, birden fazla tekrar eden tasarım operasyonları aracılığıyla karmaşık bir çözüme ulaşmasını hedefler. Ortaya çıkan karmaşıklık, operasyonların çıktılarının birikmesi sonucu oluşmaktadır. Çünkü üretken tasarım yönteminde tekrar eden her adımın girdisi, bir önceki adımın çıktısıdır. Bu durum üretken tasarımı diğer bilgisayarlı tasarım yöntemlerinden farklı kılan ana unsurdur (Yedekçi, 2015).

2.1.3.2.1 Biçim Gramerleri

Geçmiş daha eski yıllara dayanan, bilgisayar teknolojileri yaygınlaşmadan önce de geleneksel yöntemler kullanarak uygulanabilen bir biçim üretim yöntemidir. Biçim gramerleri “biçimlerle aritmetik hesaplamalar yapan algoritmalarıdır.” (Akipek, 2004; March ve Stiny, 1984).

Biçim grameri olarak bilinen biçimcilik ilk olarak 1972 yılında Stiny ve Gips tarafından basılan bir makaleden başlamış, tasarımda en önemli algoritmik yaklaşımın temelini oluşturacak temeller oluşturulmuştur.

Stiny ve Gips'in buluşu, artan sayıda örnek uygulama ve araştırma problemi içeren biçim grameri kullanımı, üssel olarak büyümüştür. Biçim grameri kurallara dayalı formlar üretme yöntemidir ve kökeni matematikçi Emil Post ve Noam Chomsky'nin üretken grameri üretim sisteminden kaynaklanır. Yıllar geçtikçe, tasarım dilbilgisi problemlerinin çözülmesi için çeşitli uygulamalarda biçim grameri kullanılmıştır. Bu, kompozisyonun kurallara aykırı bir şekilde uygulanması yoluyla başlangıç biçiminden alternatiflerin üretilmesine izin vermektedir (Andrade, M., Mendes, L., Godoi, G., Celani, G. 2012).

Biçim gramerlerinde, yazı karakterlerinin yerini geometrik elemanlar alır. Gramerler nokta, çizgi, yüzey ve kütlelerden oluşturulur. Çizgilerin iki boyutta veya üç boyutta düzenlenmiş hali biçimler olarak görülebilir. Söz konusu biçim kuralları matematik ve geometri temelli basit aritmetik işlemler (toplama, çıkartma) ile tanımlanabileceği gibi, hareket ettirme, döndürme, yansıtma gibi temel öklid dönüşümleri ile de tanımlanıp ana biçimlere ve bu biçimlerden türeyen alt biçimlere tekrarlı olarak uygulanarak tutarlı bir dili olan kompozisyonlar meydana getirilebilir (Kutsal, 2009).

Biçim grameri, bir set veya tasarım dilini oluşturmak için uygulanabilecek bir dizi şekil kuralıdır. Chomsky'nin üretken dilbilgisi referans olarak ele alındığında, Stiny (1980), Biçim grameri' nin dört temel bileşenini tanımlar:

- S: Şekillerden oluşan bir dizi,
- L: sembollerin bir kümesi,
- R: şekil kurallarının bir dizisi,
- I: başlangıç şekli.

Biçim grameri tipik olarak model veya iki boyutlu kompozisyonları, uzaysal düzenler ve üç boyutlu kompozisyonları üretmek için kullanılır (Gu, Singh and Kathryn 2010). Bu kurallar farklı tasarımlar üretmek için yinelemeli olarak uygulanabilir. Biçim gramerleri, farklı ölçeklerdeki tasarımların analizi ve sentezinde, ürün tasarımından bina tasarımına ve kentsel tasarım' a kadar başarı ile kullanılmıştır. Biçim gramerleri, tasarım stillerinin karakterizasyonunda ve aynı stilde yeni tasarımların üretilmesinde ve tasarım bilgisinin bilgisayar uygulamasına uygun şekilde temsil edilmesinde özellikle başarılı olmuştur (Barros, M., Duarte J., Chaparro B. 2011).

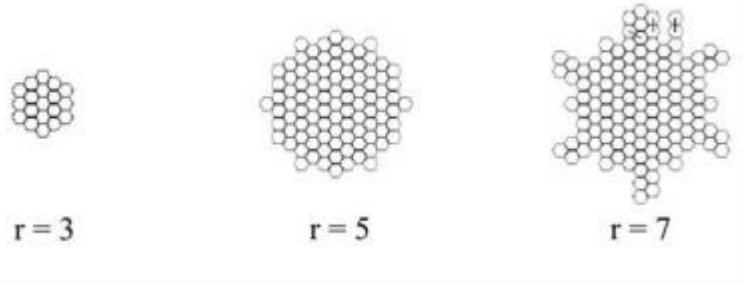
Çolakoğlu (2000), biçim gramerlerini analitik ve orijinal olmak üzere iki kategoride ele almıştır. Analitik biçim gramerleri tarihsel stilleri tanımlamak ve analiz etmek için geliştirilmiştir. Orijinal biçim gramerleri yeni ve özgün tasarımların yaratılmasıyla ilgilidir. Yaratıcı tasarım için gramerlerin kullanımı, analitik çalışmalar için gramerlerin kullanımı kadar derinlemesine araştırılmamıştır. Formal biçim gramerleri, algoritmik bir tasarım süreciyle ilgilenir. Tasarım ilkelerinin uygulanmasının araştırılabileceği bir yöntemdir. Bir biçim grameri, A ve B

formlarının katılar, düzlemler, çizgiler veya noktalardan oluşan şekiller olduğu $A \rightarrow B$ formunun kurallarından oluşur. Bir kural, tasarımda bir şekil A bulunduğunda, bunun Şekil B ile değiştirilebileceğini belirtir. Biçim gramerleri formların nasıl oluşturulduğunu açıklar.

Kural tabanlı tasarımda yaratıcılık, kuralların yaratılmasında yatmaktadır. Tasarımcının tasarım bilgisini yapılandırılmış bir çerçevede açık hale getirmesine izin veren bir tasarım sürecinin her aşamasında kurallar değiştirilebilir ve genişletilebilir. Tasarımcı, belirli bir içeriğe uyan yeni tasarımların kriterlerini açıkça tanımlayarak form neslini kontrol eder (Çolakoglu, B. 2002).

2.1.3.2.2 L Sistemler

L sistemler kavramının merkezinde yeniden yazma kavramı yer alır. Temel fikir, basit bir başlangıç nesnesinin parçalarını bir dizi yeniden yazım cetveli veya yapımını kullanarak değiştirerek karmaşık nesnelere tanımlamaktır. Şekil 2.4'de görüldüğü gibi, yeniden yazma sistemleri L-sistemlerinin merkezi nosyonudur (Chan, Chiu, 2000).



Şekil 2.4: Genel kentsel desenlerde yeniden yazma sistemleri.

Başlangıçta teknikler çeşitli organizmaların morfolojisini modellemek ve görselleştirmek için kullanılmıştır. L-Sistem' in biyolojik bilimlere, sanal ekosistemlere, popülasyon çalışmalarına gerçek uygulaması olağanüstü olsa da, mimari tasarıma yönelik çabalar en az düzeyde olmuştur.

Yakın zamana kadar, mimari görselleştirmeyi L sistem ile bütünleştirmek neredeyse imkânsızdı. Ancak günümüzde mevcut bilgisayar modelleme

uygulamaları bu noktada geliştirilmeye başlamıştır. Bununla birlikte, tasarımcılara nokta-çizgi-yüzey paradigmasını içeren yaklaşım dışında, daha fazla biçim üretme kabiliyeti sağlayan ek seçenekler sunmaları gerekmektedir. Bu noktada L sistemler devreye girmiştir. L-sistemleri kullanarak ve sonuçlarını herhangi bir CAD ve / veya NURB uygulamasına geçirerek, tasarımcılar sadece yeni formları ve düzenlemeleri keşfetmez. Aynı zamanda geometrinin nasıl inşa edildiğini önemli ölçüde basitleştirebilir (Serrato-Combe, 2005).

L-Sistemler genellikle, tekrarlayan desenler, bitkiler gibi doğal organik formlar (Lindenmayer ve Rozenberg, 1972), dokular, vb. üretmek için kullanılır. Tasarımda L-Sistemler, yol ağları, şehir planlaması ve yapı formları oluşturmak için kullanılmıştır (Gu, Singh and Kathryn 2010).

2.1.3.2.3 Hücresel Özdevinim

Hücresel Özdevinim, komşu hücrelerin durumu tarafından yönetilen bir dizi kurala göre zaman içinde gelişen belirli bir şekle sahip bir ızgara üzerindeki hücre topluluğudur (Gu, Singh and Kathryn 2010). Hesaplama tabanlı tasarım yöntemi olan hücresel özdevinim Wolfram tarafından yaklaşık 50 yıl önce ortaya çıkmıştır. Büyüme safhasının benzetiminin, basit kuralları takip eden karmaşık bir sistemi tanımlama yoluyla yapılabilmektedir (Krawczyk, 2002). Belirli bir zaman ve ızgara düzeninde, komşu hücrelerin konumlarına göre takip eden kurallar silsilesine bağlı olarak oluşur (Terzidis, 2006). Komşu bir birim her değiştiğinde, çevredeki birimler bu değişikliğe cevap vermeye ayarlanır. Hücresel özdevinimin bu özelliği, yapılarının tasarım probleminin dinamik taleplerine ve hayat sürdürebilmek için adaptasyonuna göre dönüşüm potansiyelleri açısından ilginçtir. Hücresel özdevinimin modüler yapısı bu adaptasyonu kolaylaştırır ve kontrol edilebilirlik açısından yapıya yönetilebilirlik kazandırır (Damdere, 2010). Bu yöntemin temel özellikleri; otonomluk, asimetri, yerel ilişkilerden ortaya çıkma, tamir etme ve üretim metabolizmaları, işlevsellik ve iç içe geçen öz örgütlü aşamalar gibi kavramlarla özetlenebilir. Fizik, kimya, biyoloji gibi çeşitli disiplinlerde olduğu gibi, yerel yerleşimlerden, malzeme davranışına, sosyal etkileşimlere yapısı ve davranışsal özelliğiyle mimari ve kentsel tasarım sorunlarının yorumunda (Dinçer, 2014), kentsel

tasarım, imar ve bina kütselleştirme gibi komşu koşullar kullanılarak simüle edilebilen sosyal etkilerin incelenmesi için kullanışlıdır (Gu, Singh and Kathryn 2010).

Torrens (2000), merkezi simetrik özellikli hücresel özdevinimi, esneklik ve dinamik süreçler hakkında, kentsel simülasyon modellemesi için uygun bir seçenek haline getirmektedir. Dolayısıyla, hücresel özdevinim, süreç özelliklerine atıfta bulunulması gereken ilgili bir sistemdir. Hücresel Özdevinim modelleri, kentsel vakalar, trafik simülasyonu, bölgesel ölçekli kentleşme, arazi kullanım dinamiği, çok merkezlilik, tarihi kentleşme ve kentsel gelişim anketlerinde de kullanılmıştır (Torrens ve O'Sullivan, 2001).

Kentsel gelişim modeli olarak farklı çalışmalarda denenmiştir. Basit kurallara dayalı, bir "grid1" düzeni içerisinde bulunan birçok hücrenin bir araya gelmesinden oluşur. Her bir hücrenin çevresindeki hücelere bağlı sonlu bir önermesi vardır ve önermeye göre hücre renk değiştirir. Bütün hücrelerin tek tek değişmesi sonucunda karmaşık bir doku ortaya çıkar. Hücreler kentsel bir mekânı temsil eder. Bir hücrenin diğer hücreye göre şekillenmesi kentsel tasarımda bir mekânın diğerine göre oluşma durumuna yakın bir benzetme olduğu için kentsel tasarımcıların ilgisini çekmiştir. Algoritmanın, "yanındakine göre şekillenme" kuralı kentsel mekânın oluşumunda da karşımıza çıkar. Bu nedenle bundan sonra tasarlanan algoritmaların da kentsel tasarım alanında denenmesine neden olmuştur (Köroğlu, 2016).

2.1.3.3 Evrimsel Tasarım

Tasarım, evrimsel biyoloji ve hesaplamalı bilimlerden temellenen evrimsel tasarım, doğadaki evrimden esinlenerek ortaya çıkan fikirleri çeşitli bilgisayar ve analiz yazılımları ile birleştirerek tasarım üreten bir süreçtir (Bentley, 1999). Tasarımcıya geleneksel yöntemlerden farklı bir rol yükleyen bu süreç, yeni bir insan-bilgisayar etkileşimli tasarım yöntemi olarak ortaya çıkmıştır.

Evrimsel tasarım, tasarım değişkenliği ve tasarımın evrimleşebilirliğinin gelişme, değerlendirme, hayatta kalma ve yeniden üretimin temel evrimsel

adımlarından nasıl etkilendiğini araştıran geniş bir araştırma alanını kapsamaktadır (Janssen, Patrick, 2009).

Frazer'e göre bu yaklaşımda, “mimari kavramlar, evrim ve gelişimin hızlandırılabilmesi ve bilgisayar modellerinin kullanımıyla test edilebileceği şekilde, üretken kurallar olarak ifade edilmektedir. Kavramlar, form oluşturma için bir kod, komut dosyası üreten bir genetik dilde açıklanmaktadır. Bilgisayar modelleri, daha sonra simüle edilmiş bir ortamda performanslarına göre değerlendirilen prototip formların geliştirilmesini simüle etmek için kullanılır. Kısa bir süre içinde çok sayıda evrimsel adım oluşturulabilir ve ortaya çıkan formlar genellikle beklenmedik bir tasarım alternatifine karşılık gelir (Kolarevic, 2000).

Evrime dayalı tasarım aracılığıyla; tasarımcı her aşamada tasarımının performansını denetleyebilmekte, çok sayıda yaratıcı tasarım çözümlerinin araştırmasını yapabilmekte, farklı fikirlerin tek bir tasarım probleminin çözümü için birlikte ele alınmasını sağlayabilmekte ya da yeni tasarım fikirleri geliştirebilmektedir. (Yedekçi, 2015).

2.1.3.3.1 Genetik Algoritmalar

“Doğal seçilime benzer şekillerde "evrim geçiren" bilgisayar programları, yaratıcılarının bile tam olarak anlamadığı karmaşık sorunları çözebilir” John Holland.

Holland (Holland, 1975) tarafından tanıtılan genetik algoritmalar, Darwin'in doğal seleksiyon ve genetik teorisine dayanan optimizasyon problemleri için optimal çözümler üreten (Goldberg, 1989) verimli arama algoritmalarıdır (Zhang ve Armstrong, 2008). Bir çözümün, birden fazla hedef için optimize edilmesi gerektiğinde özellikle yararlıdırlar.

Temel biçiminde, yöntem, çözümlerin bir popülasyonundan, evrimsel bir şekilde tatmin edici bir çözüm üretmeye çalışır. Süreç geleneksel olarak rastgele başlatılmış bir çözüm grubuyla başlar. Bu popülasyondan en hızlı bireyler rastgele seçilir ve yeni bir popülasyona (çaprazlama veya mutasyon kullanılarak) adapte

edilir. Sıralama, her bireyin bir dizi nesnel fonksiyona göre sahip olduğu form bulmaya dayanmaktadır. Yeni nüfus, bir sonlandırma koşulu olana kadar, bir sonraki iterasyonda kullanılır. Kriterlerin veya sabit sayıda iterasyonun sağlanmasına ulaşılan kadar tekrarlanır (Slager, Vries, Bregt and Jessurun 2008).

Genetik Algoritma, son yıllarda geniş bir alanda optimizasyon problemleri için yaygın olarak kullanılmaya başlanmış ve “insan arayışının yenilikçi özelliklerinden bazılarıyla birlikte arama algoritması” olarak tanımlanmıştır. Genetik Algoritmalar günümüzde, mükemmel sonuçlar elde etmek ve tutarlılık sağlama yetenekleri nedeniyle çok çeşitli optimizasyon problemlerini çözme noktasında ün kazanmıştır (Liu, X., Frazer, Jh. and Tang, M.X. 2002).

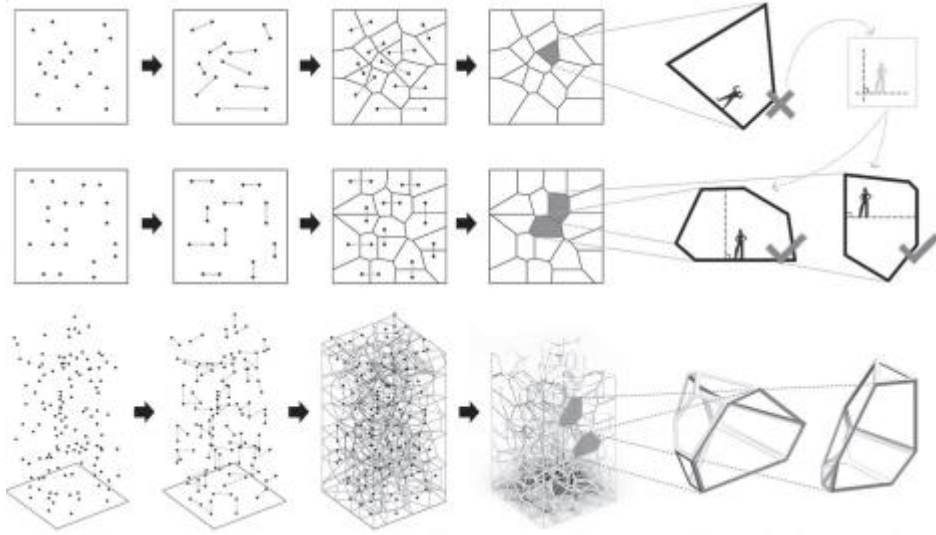
Mekânsal planlamada olduğu gibi, birçok farklı araştırma disiplinde kısmen veya tamamen kullanılan genetik algoritmaların, optimal kentsel tasarımlar ya da kaynak tahsisi kümeleri oluşturulmasında çok yararlı olduğu kanıtlanmıştır. Temsil seçimi ve algoritmanın tam olarak yorumlanması, üretilen nihai sonuçlar üzerinde büyük bir etkiye sahiptir (Slager, Vries, Bregt and Jessurun 2008).

John Gero (1999) bu yöntemin avantajlarını şu şekilde özetlemektedir: çok sayıda yapılan türetme ile tasarımcı tarafından öngörülemeyen kompleks ve yaratıcı sonuçlar elde edilebilir (Romão, 2005).

2.1.3.3.2 Voronoi Diyagramı

Voronoi diyagramı literatürde “Dirichlet”, “Thiessen” veya “Wigner-Seitz” diyagramı olarak da anılmaktadır. Voronoi diyagramı ilk kez 1644 yılında Descartes tarafından bulunmuş, 1850 yılında ilk kez Dirichlet tarafından kullanılmıştır. Rus matematikçi Voronoi ise 1908 yılında diyagramı kullandığı bir algoritma geliştirmiştir. Bir Voronoi diyagramı, nesne veya noktalardan oluşan bir başlangıç kümesini temel alarak, alanları çözümlenebilir veya parçalama yoludur. Voronoi Diyagramları biyoloji, kimya, meteoroloji gibi çeşitli bilimsel alanlarda ve algoritmik geometri, malzeme gibi diğer bilimsel disiplinlerde kullanılmaktadır.

Bir Voronoi diyagramı, düzlemi bölen bir hücre dizisidir, öyle ki, her bir hücredeki bütün noktalar, kapalı bölgelere, düzlemdeki herhangi bir başka bölgeden daha yakındır. Voronoi hücrelerini işaretlemek için çizgiler çizerek çizim bölgelere bölünür. Bir Voronoi hücresindeki her yer, o hücrenin, başka bir noktaya göre çizildiği noktaya daha yakındır. Voronoi Noktaları, Voronoi hücrelerinin sınırları arasındaki kesişme noktaları olarak tanımlanır (Anuradha, Minal, Vennila 2008).



Şekil 2.5: Voronoi bölümlerini konut birimlerine dönüştürmek için kurallar (Wiesław Rokicki, Ewelina Gawell, Voronoi diagrams – Rod Structure Research Models In Architectural And Structural Optimization, 2016)

2.1.3.3 Sürü Zekâsı ve Çoklu Etmenler

Sürü zekâsı yöntemi ile çok sayıda farklı birimin paralel biçimde organize edilmesini bölgesel olarak da olsa sağlamak mümkündür. Sürü zekâsı çoğunlukla, tasarım kullanılabilirliğini denetlemek, sirkülasyon ve ulaşım modelleri aracılığıyla tasarımın geliştirilmesi ve otonom birimlerin öz-örgütlenmesi sonucu ortaya çıkan tasarımlar geliştirmek için kullanılabilir. Doğada gerçekleşen ve ortaya çıkan fenomenlerin, sosyal fenomenler için alışılması adına önemli bir yöntem olan sürü zekâsı yöntemi, doğanın işlevselliğini tasarımlara aktarabilmek ve kullanıcı davranışlarını önemseyen tasarımlar yaratabilmek için önemli bir yöntemdir (Yedekçi, 2015).

Çok Etmenli Sistem, birbiriyle bağlantılı akıllı aktörler ve bağımsız konular olan ortamlardan oluşur. Nitelik, algoritma ve benzerleri gibi çeşitli özelliklere sahiptirler. Ayrıca birbirlerine bağımlıdırlar ve birbirlerini etkilerler (Ohuchi, Yamamoto ve diğ., 2007). Çok Etmenli Sistem, yekpare bir sistem değildir; gerçek durumları, öngörülemeyen olguların modellenmesiyle mümkün olduğu kadar gerçekçi hale getirmeyi amaçlamaktadır; örneğin, doğal fenomenler, çok çeşitli karakterleri, belirsizlikleri, çeşitli faktörleri içeren insan toplumu vb. (Yamakage, 2007).

Bu teknolojiyi kullanan önceki araştırmalar, ekonomi, sosyal bilimler ve mühendislik dahil olmak üzere çeşitli alanlarda ilerlemektedir. Kentsel planlama alanında Çok Etmenli Sistem, dinamik ve karmaşık kentsel fenomenleri anlamak ve arazi kullanımındaki değişiklikleri, yaya davranışlarını ve tesis yerleşimini optimize etmek için kullanılmaktadır (Gohnai, Y., Ohgai A. And Watanabe, K. 2008).

2.1.3.4 Performansa Dayalı Tasarım Yöntemleri

Günümüzde bina performansının yönlendirici bir tasarım ilkesi olarak kullanıldığı ve şehirlerin, binaların, peyzajların altyapıların tasarımı noktasında form yapımından önce performansa dayalı önceliklerin belirlendiği başka bir tasarım türü ortaya çıkmaktadır. Bu yeni mimarlık, yapısal çevrenin tasarımına kapsamlı ve yeni bir yaklaşım sunmak için sayısal ve niceliksel performansa dayalı dijital teknolojilerin kullanımı üzerine temellenir (Kolarevic, 2003).

Performansa Dayalı Tasarım'ın mimaride kullanım amacı, tasarlanacak binadan en ideal verimi almaktır. Performansa Dayalı Tasarım yönteminde tasarımı oluştururken sirkülasyon akışı ile güneş, rüzgar, akustik gibi bina performansını etkileyen etkenlerle birlikte yapının maliyet, strüktür ve sosyal yaşam gibi etkenlere göre yeni bir tasarım yöntemi ortaya çıkmaktadır. Performansa dayalı tasarım yönteminde ürün bilgisayar ortamında oluşturulmuş bir simülasyon ile oluşturulur. Bu simülasyona istenilen performans değerleri girilerek sonuç ürün şekillendirilebilir ya da düşünülen tasarımın etkileri görülebilir Bu yöntem sayısal teknolojileri kullanarak inşa edilmiş çevreye yeni bir tasarım yaklaşımı getirmektedir (Lobsinger, 2000; Köksal, 2005).

2.1.3.4.1 Simülasyona Dayalı Tasarım

Bir sistemin davranışını belirli zaman parametrelerine göre ortaya koyan ve zaman parametresinin değişmesi durumunda ki sistemin davranışlarını gösteren sanal modeller simülasyonları ifade eder. Diğer bir deyişle, simülasyonlar, zamana bağlı olarak, çıkarımların kesin veya yaklaşık bilgiler temelinde çizilmesini sağlayan deneysel bir ortam olarak tanımlanabilir. Bilim ve mühendislik alanında olduğu gibi, deneylerin gerçekleştirilemediği veya bu sistemlerin çok karmaşık olduğu durumlarda, zamanın değişimini gözlemlemek için simülasyon kullanımı, çıkarımlar için önemli veriler sağlayabilir. Mimari alandaki sayısal tasarımın ortaya çıkmasıyla, simülasyonlar mimari ürünlerin yaşam döngüsü süreci ile ilgili izlenimin edinilmesi ve bu gösterimlerin bilgi olarak eklenmesini sağlar.

Yapıların davranışsal özelliklerinin belirlenmesinde etkili olan simülasyonlar, yapısal mühendisler tarafından kullanılırken, son zamanlarda sürdürülebilirlik ve enerji performansı gibi amaçlar kapsamında bina performansını en üst düzeye çıkarmak için bir form yaratma aracı olarak yaygın biçimde kullanılmaktadır. (Ağırbaş, Ardaman, 2017; Ağırbaş, 2015).

Günümüzde mimari tasarım sürecinde sürdürülebilirlik ve enerji performansı çerçevesinde kullanılan simülasyon programları çalışılan alanlar özelinde aşağıda verilmiştir.

- Isı, rüzgar enerjisi simülasyonları_ EnergyPlus, eQuest, Ecotect ve Autodesk Vasari
- Güneş ışığı simülasyonları_ Velux Daylight Visualizer, Daysim ve Dialux
- Akustik simülasyonlar_ Odeon ve Aurora programları
- Kullanıcının hareketi simülasyonları_ PyroSim programı
- Isı adası simülasyonları_ Evi-metprogramı

Sürdürülebilirlik ve enerji performansı çerçevesinde çevre dostu bina tasarımı için kullanılan yapı simülasyon programları yardımıyla; tasarımcıların enerji tüketimini minimize eden tasarımlar yapması, yapının pasif solar tasarımını optimize edilmesi, yapı kabuğunun termal performansının maksimize edilmesi, etkin bir

HVAC sistemi kullanarak enerji tüketiminin asgariye indirilmesi vb. öngörülmektedir. (Yedekçi, 2015)

Bugün yapı performanslarının analizi ve değerlendirilmesi için geliştirilmiş çok sayıda teknik mevcuttur. Fakat bunların üretme ve değiştirme yetenekleri henüz mevcut değildir. Günümüzde dijital tasarımın mevcut kuram ve teknolojileri, analitik simülasyon modellerinden sentez ve üretme-yaratma simülasyon modellerine doğru ilerlemektedir (Öymen Gür, 2014).

2.1.3.4.2 Yapı Bilgi Modelleme

Yapı bilgi modelleme (BIM) ticari inşaat sektöründe nispeten yeni bir teknolojidir. Eastman, Teicholz, Sacks ve Liston (2008), BIM'i "inşaat, imalat ve tedarik faaliyetlerini desteklemek için gereken kesin geometri ve ilgili verileri içeren" bir projenin elektronik bir kopyası olarak tanımlamışlardır. Dossick ve Neff (2010), "BIM'in, proje katılımcılarını teknolojik olarak bir araya getirerek yapı, mimari düzen ve mekanik, elektrik ve sıhhi tesisat (MEP) sistemlerinin yüksek oranda birbirine bağlı doğasını açıkça ortaya koyduğunu" belirtmiştir. Bu anlayışa göre BIM, tasarım ve inşaat profesyonelleri tarafından bir binanın çeşitli bileşenlerini planlamak, düzenlemek, tahmin etmek, detaylandırmak ve imal etmek için kullanılacak sayısız bilgisayar yazılımı uygulamasını tanımlamak adına kullanılan bir terimi ifade etmektedir (Benedict, Ilozor, David, 2012).

Yapı bilgi modelleme (BIM), tüm tasarım ve inşaat ekibine gerçek yapımdan önce karmaşık yapılaşma sürecini dijital olarak koordine etme yeteneği sağlar. 1980'lerde ve 1990'larda tasarım pratiğine getirilen teknolojik ilerlemelere dayanan yeni bir tasarım yöntemi olarak BIM, tasarımcının "başlangıç boyutlandırma aşamasında, gelişmiş bilgisayar grafik araçlarını kullanarak" projenin birçok yönünün incelemesine imkan tanır. Bilgisayarda sadece belgelerin çizilmesine izin veren bilgisayar destekli çizimden farklı olarak, BIM gerçek zamanlı veritabanlarıyla üç boyutlu geometriyi birbirine bağlamaktadır (Garber, 2014).

Bu paylaşımlı bilgi modeli sayesinde tasarım ekibi, proje sahasında faaliyet göstermeden önce, inşaatın tüm yönlerini yineleyebilir, taklit edebilir ve test edebilir.

Bu süreç olası hataların düzeltilmesine imkan tanıyarak tipik bir inşaat projesinde yer alan mimar, genel yüklenici ve mal sahibi adına gerek malzeme gerekse zaman tasarrufu sağlar (Garber, 2014).

BIM, sadece binaları nasıl inşa ettiğimizi (verimlilik ve faaliyetler) değil, aynı zamanda onları nasıl tasarladığımızı da etkileyen bir teknolojidir (Garber, 2014).

Eastman ve diğ. (2008) BIM kullanımının faydalarını dört kategoriye ayırmıştır:

- ön inşaat faydaları (kavram ve fizibilite),
- tasarım faydaları (görselleştirme, değişikliklerin otomatik düzeltilmesi, 2-D plan üretimi, vb.),
- inşaat ve imalat faydaları (senkronize planlama, çatışma tespiti, otomatik imalat, miktar ölçümü ve tahmini, vb.)
- inşaat sonrası faydaları (yönetim ve bina işlemleri).

Mimari projeler için maliyet analizi, genellikle uzmanlık ve tarihsel verilere dayanan tahmin ediciler tarafından sezgisel olarak gerçekleştirilen karmaşık bir süreçtir. Süreç, belirli bir proje için hesaplanan yapı miktarlarını kullanarak tahminler üretmeyi içerir.

Yapı bilgi modelleme, doğrudan bir bina modelinden metrajların ve ölçümlerin otomatik olarak çıkarılmasını destekleyici olarak önerilmiştir. Bu, manuel hesaplamaların elimine edildiği, metrajların çıkarılması ile tahminlerin basitleştirildiği bir süreç sağlar. Aynı zamanda, maliyet verilerinin tutarlılığına ve tüm proje aşamalarında tasarım varyasyonlarına adapte olmasına izin verir (Abdelmohsen, Lee, Eastman 2011).

2.2 Mimari İle Moda Kavram İlişkisi

Çalışmanın bu bölümünde, ‘moda’ kavramı, çalışmaya referans olan ‘yönetimsel moda’ kavramı ve mimarlık ile moda kavramının nasıl ilişkilendirildiği üzerinde durulmuştur.

2.2.1 Moda Kavram

Latince (mode), oluşmayan sınır anlamındaki “modus”tan gelen moda, belirli bir süre etkin olan toplumsal beğeni, bir şeye karşı gösterilen aşırı düşkünlüğü ifade eder (www.tdk.gov.tr). İngilizce karşılığı “fashion” ve ortaçağ Fransa’sında “la mode” olarak kullanılmış olan moda; usul, biçim, tarz, şekil, adet, üslup; davranış, üst tabaka, yüksek zümre anlamlarını içerir (“Fashion”, Redhouse Sözlüğü; Bat, 2008).

Genellikle giysiler için kullanılan moda kelimesi, değişimin ve farklılaşmanın çekiciliğini, uyum ile benzerliğin çekiciliğiyle birleştiren toplumsal bir form olarak değerlendirildiğinde; (Simmel, Frisby, 2003) resimden müziğe, saç modelinden ev dekorasyonuna, felsefeden psikolojik ve sosyal bilimlere kadar yansıyan geniş, ortak bir davranış ve hareket biçimini gösterir. Bu bağlamda moda, devamlı değişiklik gösteren sosyal yaşamın her alanıyla ilgili olarak bir takım değişimlerin diğerlerinden daha fazla dikkate alınması ve kabul görmesi ile eşleştirilen bir kavramdır (Blumer, 1968; Beyhan, 2010).

Moda kavramının kendi içinde önemli bir değişim göstererek süregelen tanımlarının dışına çıkması ve yaşamın hemen hemen her alanında kendini göstermesi, 19. yüzyıl boyunca gerçekleşen bilim ve teknoloji alanındaki gelişmelerin önemli sonuçlarından biri olmuştur. Moda kavramı 20. yüzyıl boyunca artan bir etki ile yayılıp, insan grupları içinde kısa süreli geçerlilik sağlayan ve çoğunluk gösteren durumların toplamı ya da belli bir dönemde belli toplumsal gruplara özgü davranış biçimleri olarak ele alınmıştır. Günümüzde ise moda, toplumsal realiteye aykırı, tüketim gereksinimlerinden ve sınıflardan bağımsız işleyen tavrı ile kendini gösterdiği alanlarda, nedeni ve sonucu kestirilemeyen ve belli kalıplara oturtulamayan bir olgu haline gelmiştir.(Beyhan, 2010)

Genel anlamda belli sosyal oluşumlardaki değişikliklerin bir kısmının ötekilerine nazaran daha fazla kabul görmesi ve dikkate alınmasını belirten **moda** kavramının (Blumer, 1968) işletme, yönetim ve yapım yönetimi disiplinlerinde **yönetimsel moda** kavramı olarak kullanımı oldukça kabul görmüştür. Aşağıda farklı yönleriyle ele alınıp değerlendirilen yönetimsel moda kavramı tanımlamalarına yer verilmiştir.

Yönetimsel moda; moda belirleme süreci “moda belirleyicilerinin hem kendilerinin hem de modayı takip edenlerin hangi yönetsel tekniğin rasyonel yönetsel gelişme sağlayacağına ilişkin ortak inancını tekrar belirledikleri süreçtir” (Abrahamson, 1996)

Abrahamson (1996) yönetimsel modayı; moda belirleyicilerinin bir yönetim tekniğinin rasyonel ilerleme sağlayacağına ilişkin yaydığı geçiciliği göreceli ortak bir inanç olarak tanımlarken, Wang’a (2003) göre yönetimsel moda, yönetimin ilerlemesine en çok katkıda bulunan ve rekabet avantajı elde etmek için, hevesli ilk kullanıcılarının arasında, çok hızlı bir şekilde yayılan, yenilikçi bir kavram ya da teknik olarak düşünülebilir. Miller ve diğ. (2004) yönetimsel modaları çok çabuk popüler olan, sadece birkaç yıl popüler kalabilen, aşırı ilgi gören, ancak geride az eser bırakan fikirler olarak tanımlamışlardır. (Tülübaş Gökuç, Kale, 2007)

Bu bağlamda süreç ortaya konulan yeni bilginin (fikir, kavram, teknik) seçilerek benimsenmesi veya reddedilmesi ile başlar. Benimsenmesi durumunda iki yol bulunmaktadır. Ya yeni bilgi örgüt kültürüne adapte edilerek sürdürülmeye devam edecek ya da bir süre denendikten sonra terk edilecektir. Bu kararlar verilirken örgüt yöneticileri, yeni bilgi, uygulama ve teknik hakkında beklenen faydayı ne derece karşıladığına bakarak değerlendirme yapmaktadır. Bu nedenle yönetim bilgisinin **yaşam eğrileri** ve **yayılması** moda ürünlerin **yayılma süreci eğrisine** benzetilmektedir.

Birnbaum (2000) yönetim bilgilerinin yaşam eğrisine bağlı olarak yayılım aşamalarını şu şekilde sıralanmaktadır:

- **Yaratma safhasında;** geçimini bu işten sağlayan çevreler ilk önce bir krizin varlığını ileri sürer, ardından yeni tekniğin bu krizin üstesinden gelebileceğini iddia ederler.
- **Gelişim safhasında;** tekniğin başarısına ilişkin hikâyeler dilden dile yayılır. Yayılım bu hikâyelerin açıklanma şekline bağlıdır. Bu konu da Deming tarafından ortaya atılan Toplam Kalite Yönetiminin önceleri Amerika’da gelişmemesi ve 1940’lı yıllarda Japonya’daki bir gezisi sırasında tanıştığı Ishikawa’yı etkileyerek önce Japon iş çevrelerinde yayılması dikkat çekici bir örnektir. Japonya’daki örgütlerin başarı

hikâyeleri yayıldıkça Amerika'da da kabul edilmesi bilginin benimsenme sürecindeki farklılıkları göstermektedir.

- **Olgunluk safhasında;** tekniğin benimsenme miktarı azami seviyededir. Gelişim aşamasında yeniliğin içeriğine ilişkin olan yan etkiler göz ardı edilirken bu aşamada yavaş yavaş başarısızlığına ilişkin söylemler de anlatılmaya başlanır.
- **Gerileme safhasında;** şüpheli duygular tekniği destekleyen duygulara baskın gelir, yeni çalışmalar teknik ile ilgili daha büyük hayal kırıklıklarını gözler önüne serer.
- **Yok olma safhasında;** ilk başta uygulanması kolay ve açık olarak lanse edilen teknik (moda) zaman geçtikçe karmaşık olarak nitelendirilmeye başlanır. Ancak moda yaratıcıları başarısızlığın nedenlerini anlatırken kendileri her hangi bir sahiplenme söyleminde bulunmazlar. Çünkü başarısızlığın kendilerinden kaynaklandığını kabul ederlerse sunacakları bir sonraki yeniliğin güvensizlik nedeniyle kabullenilmemesinden korkmaktadırlar. Bu nedenle tekniği tüketicilerine sunan çevreler; başarısızlığı dış güçlükler, uygulama yanlışlıkları, yetersiz kaynaklar gibi problemlere atfederler.

Abrahamson ve Fairchild (1999) yönetimsel modalardan yükselişe geçtiği dönemdeki öğrenme süreçleriyle, alçalışa geçtiği dönemdeki öğrenme süreçlerinin farklı olduğunu belirtmektedir. Yönetimsel modalardan öğrenme süreçleri şu şekilde sıralanmaktadır:

1. Problem Söylevi; yazarlar bir problemin varlığından bahsederler ve problemi tanımlarlar.

2. Çözüm Söylevi; modanın tanımı, faydalarına yer verilir ve başlangıçta tanımlanan problemin çözümü olarak yönetim modası gösterilir.

3. Sürü Söylevi; yönetimsel modanın başarılı uygulamaları ve yayılmasından söz edilir.

4. Sürdürme; yazarların yönetimsel moda devam ettirilmelidir şeklinde söylemleri vardır.

5. Reddetme; modanın reddedilmesi gerektiği söylenir.

6. Sörf Yapma; bu modanın yaşam seyrini artık tamamladığı, başka bir modağa geçilmesi gerektiği şeklindeki söylemleri kapsar.

Abrahamson ve Fairchild'in söz konusu öğrenme süreçlerinden yararlanılarak belirlenen modaların hangi yaşam döngüsü safhasında oldukları belirlenmektedir. Buna göre çalışma kapsamında;

- Problem söylevinin; yaratma safhasına,
- çözüm söylevinin; gelişim safhasına,
- sürü söylevinin; olgunluk safhasına,
- sürdürme söylevinin; gerileme safhasına
- reddetme ve sörf yapma söylevlerinin ise modanın yok olma safhasına

karşılık geldiği kabulü yapılmıştır (Kula Ölmez, 2012).

2.2.2 Mimarlık ve Moda İlişkisi

Ortak dilleri tasarım olgusu ve başlangıç noktası insan ölçeği olan mimarlık ve moda kavramlarının birbirleri ile yakından ilişkili olduğu gözlemlenmektedir. Her iki disiplininde kökenleri arkaik tekstil malzemelerine dayanmaktadır. Süreç içerisinde malzemenin, beden üzerinde kullanılmak için adapte edilmesi ile giysiye, sabitlenmiş iskelet sistemlere entegre edilmesiyle de binalara dönüştüğü görülür. Her ikisinin de temelinde, insan bedeninin çevresindeki mekânı kuşatma anlayışı vardır (Tavşan, Sönmez, 2018).

Adolph Loos, tarih öncesi giysilerin aslında basit barınaklar olduğunu, ilkel insanın hem estetik hem de fonksiyonel olarak 'ev' kavramını yaratırken, giysilerdeki tekstil malzemededen ilham aldıklarını belirtmektedir. Ona göre: "İnsanın bir binayı nasıl yapacağı ile ilgili öğrenme sürecindeki başlangıç noktası, giyinmeyi öğrenmesidir." (Tanğlay, 2007).

Kimi zaman çok belirgin bir şekilde kaynaşan mimarlık ve moda disiplinleri, aralarındaki ölçek ve kullanılan malzeme farklılıklarına rağmen, ortak tasarım

öğelerinden beslenmekte, ortak kavramları kullanmakta ve iki boyutlu malzemelerden üç boyutlu tasarımlar üretmektedir. Mimarlık ve moda disiplinleri, gerek ortak kavram ve yöntemler üzerinden, gerekse sosyal, kültürel, ekonomik, teknolojik, bilimsel, sanatsal ve estetik yaklaşımlar üzerinden, birbirinden esinlenip, ilham vererek karşılıklı olarak birbirlerine çok yönlü katkı sağlamaktadır (Güldür, Bayram, 2016).

Mimarlık ve moda arakesinde yapılan bilimsel çalışmalar incelendiğinde, genel olarak her iki disipline ait tasarım süreci ve tasarım ürünleri ile ilgili benzerlikler vurgulanarak, arasındaki ilişkinin niteliğine yoğunlaşıldığı görülür. Bu tez çalışması kapsamında ise her moda ürününde var olan yaşam döngüsüne odaklanılmıştır.

Moda olan her ürünün kendine göre bir hayat döngüsü vardır ve bu döngü yeni moda olan ürünlerle kırılmaktadır. Bu bağlamda son moda terimi bir anlamda pazara yeni sunulan ancak mevcut moda ürünlerinin çöküş aşamasını başlatan bir olgudur. Aşağıda moda olmuş bir ürüne ait hayat döngüsü aşamalarına ve kısa açıklamalarına yer verilmiştir. Buna göre:

- **İcat:** Modanın marjinal farkındalığı. Bu aşamada moda ürünü ortaya çıkar.
- **Kabul:** Modanın gerçekleştirilmesi. Bu aşamada moda ürünleri ile ilgili yayınlarda önemli artış görülür.
- **Çekiciliğin yitildiği dönem:** Modanın potansiyel kabulü ve değerlendirilmesi. Bu aşamada moda ürünleri ile ilgili yayınlarda bir sınırlama sözkonusudur.
- **Düşüş:** Modayı takip etmemek. Bu aşamada moda ürünleri ile ilgili yayınlarda önemli düşüş ve son görülür (Bat, 2008).

Bu çalışma özelinde ise yukarıda genel hatları ifade edilen bir moda ürününe ait yaşam döngüsü, genel olarak yönetimsel modalar kapsamında ki kullanıma benzer (yaratma, gelişim, olgunluk, gerileme, yok olma safhaları) bir yaklaşımla ele alınmış ve belirlenen hesaplamalı tasarım yöntemlerine ait yaşam döngüleri oluşturulmaya çalışılmıştır.

2.2.3 Moda Kavramların Analizine Yönelik Kullanılan Araştırma Yöntemleri

Pozitivizm bilimsel araştırma yöntemlerinde baskın bir paradigma iken, 1970'li yıllarla beraber felsefecilerin pozitivist modelin varsayımlarındaki eksikliklere yaptıkları eleştiriler, postpozitivist bilim felsefesi adı verilen yaklaşımın gelişimine katkı sağlamış ve postpozitivist paradigma giderek etkin olmaya başlamıştır (Altun ve Yazıcı, 2014). Nesnel ve genellenebilir bilgilere ulaşmak amacıyla pozitivist paradigma kapsamında yapılan çalışmalar, nicel araştırmalar olarak tanımlanırken, eleştirel, yorumlayıcı ve bütüncül bakış açılarına önem verilerek yapılan çalışmalar ise postpozitivist paradigma kapsamında nitel araştırmalar olarak tanımlanır (Kuş, 2009).

Nicel yaklaşımlarda olgular, çevrelerindeki süreç ve etkenlerden soyutlanarak nesnelleştirilir, daha sonra da gözlenebilen ve ölçülebilen özelliklere dönüştürülür. Bu şekilde doğru ölçümler ve dikkatli sayısallaştırmalar yoluyla gerçeğin tanımlanabileceği ve anlaşılabilmesi varsayılır (Erdoğan, 2003). Nitel araştırmalarda ise bütünsellik hâkimdir. Buna göre tüm olay ve şeyler parçalanamaz bir bütünün içinde birbirleriyle ilişkilidir. Tam nesnellik yoktur ve araştırmacı belli bakış açısına sahip bir katılımcıdır (Yıldırım ve Şimşek, 2006).

Nitel ve nicel yaklaşımlar, epistemolojik bakış açılarının yanı sıra önerdikleri yöntemler ve araştırmacılara yükledikleri roller bakımından da farklılık gösterirler. Nicel yaklaşımda, araştırmacıdan gerçeği, kendi değerlerinden bağımsız ve nesnel bir şekilde ortaya koyması beklenir. Bu nedenle nicel yöntemi benimsemiş araştırmacılar, kendilerini araştırmadan soyutlayarak çalışmalarını genelde standart ölçme araçları ile gerçekleştirirler. Nitel yaklaşımda ise gerçek, birey tarafından oluşturulan yorumsal bir süreçtir. Bu nedenle bilimsel araştırmalarda araştırmacının probleme ilişkin tutum ve algılarının, araştırma sonuçlarını etkilemesi kaçınılmazdır. Araştırma kapsamındaki kişilerle doğrudan görüşen, gerektiğinde bu kişilerin deneyimlerini yaşayan ve elde ettikleri bakış açısını veri analizlerinde kullanan nitel araştırmacılar, araştırma sürecinin doğal bir parçası olarak görülürler (Erdoğan, 2003). Nitel araştırmacıların doğrudan araştırma içerisinde bulunarak, izlenimlerini araştırma sürecine dahil etmeleri, araştırma sonuçları üzerinde etkili olur. Bu durum,

nitel araştırmacıların belli kavram ve değerler sistemine sahip olmaları gerektiği anlamına gelir. Bütüncül bakış açısı, bağlamsal değerlendirme, fenomenoloji ve önyargısız uyum bu değerler sisteminin temel elemanlarıdır (Altun ve Yazıcı, 2014).

Çalışma kapsamında belirlenen tasarım yöntemlerinin örnekleme alan içerisindeki yayılım ve kullanımlarının araştırılması noktasında, nicel bir araştırma yöntemi olan **bibliyometrik analiz yöntemi** ile nitel bir araştırma yöntemi olan **içerik analizi yöntemi** kullanılmıştır. Bölümün devamında ilgili analiz yöntemlerinin açıklamalarına yer verilmiştir.

2.2.3.1 Bibliyometrik Analiz Yöntemi

Bibliyometri matematiksel ve istatistiksel yöntemlerin kitaplar ve diğer iletişim ortamlarına uygulanması olarak tanımlanmaktadır (etinkaya, ve etin, 2013). Temellerini güç yasaları olarak da adlandırılan Bradford, Lotka ve Zipf gibi araştırmacıların kuramlarından alan bibliyometri, 1950’li yıllardan günümüze uzanan süreçte, özgün bilginin oluşturulması ve uygulamaya dönük nicel yöntemlerin gelişimiyle birlikte birçok araştırma disiplininin değerlendirilmesinde kullanılan bir yöntem olmuştur. Bibliyometrik analiz yöntemi, bilimsel çalışmaların atıf istatistikleri ve literatürün ilişkisel yapılarını analiz ederek; incelenen alanın değişim ve evrimlerini ortaya koymayı hedefleyen bir çabayı esas almaktadır (Yalçın, ve Yayla, 2016).

Bibliyometrik analizler; tanımlayıcı nitelikte olabileceği gibi (belirli bir yılda yayımlanan makale sayısının belirlenmesi), değerlendirici nitelikte de (bir makalenin kendisinden sonra gelen araştırmaları ne şekilde etkilediğini ortaya koymak için atıf analizi yapılması) olabilirler.

Bibliyometrik alışma sayesinde; yazar, konu, atıf yapılan yazar, atıf yapılan kaynaklar gibi verilerin istatistiksel olarak incelenmesi ve elde edilen istatistiksel sonuçlar ışığında belirli bir disipline ait genel yapının ortaya konması mümkündür. Bilimsel iletişim araçlarının ne oranda kullanıldığını belirlemek üzere yararlanılan bir yöntem olan bibliyometrik analiz araştırmaları ile yayın ya da

belgeler, belirli özellikleri bakımından incelenerek bilimsel iletişimle ilgili bulgular elde edilmektedir (Çetinkaya, ve Çetin, 2013).

Literatürde yönetim modalarının yayılım sürecine ilişkin olarak yapılan çalışmalarda çoğunlukla bibliyometrik analiz tekniği kullanıldığı görülür (Abrahamson (1996), Abrahamson ve Fairchild, (1999), Spell (2001), Carson ve diğerleri (2000). Bu teknik ile zaman serisi verileri yardımıyla yıllara ve zamana göre modaların yaşam seyri ve aşamaları belirlenmeye çalışılmaktadır. Bu noktada bibliyometrik analiz tekniğinin temel varsayımı; Bir yönetim modasının popülerliğine dair en önemli ölçüt, moda olan kavram ile ilgili olarak ne kadar ne kadar yayın yapıldığı ve tartışıldığıdır (Armutlu ve Arı, 2010;Kula Ölmez, 2012).

2.2.3.2 İçerik Analizi Yöntemi

Gündelik yaşamın hemen her anında, yapılan tüm konuşmalarda, atasözlerinde, şarkılarda, manilerde, söylevlerde kabaca olsa da bir takım analizleri görmek mümkündür. Genel manada, gündelik yaşamın yansıması olan böylesi bir veri, inanılmaz düzeyde zengin ve değişkendir; fikirleri, tutumları ve duyguları yansıtır, bazen bir kişiye özgü iken bazen de bir kültürün yansımasıdır. Ancak, sözcüklerin ve cümlelerin bu sonsuz çeşitliliğinden nasıl olur da güvenilir ve bilimsel bir sonuç çıkarılabilir? Bu soruna çözüm üretmek ve metinlerden açık, objektif, güvenilir sonuçlar çıkarmak üzere sosyal bilimciler içerik analizi diye adlandırılan bir dizi prosedür ortaya koymuşlardır. İçerik analizinin tanımı, zaman içinde yeni uygulama ve tekniklerin de ortaya konulmasıyla değişim göstermiştir. Bu tanımlardan bazılarını aşağıda yer verilmiştir;

İçerik analizi, iletişimin sunulan içeriğinin tarafsız, sistematik ve niceliksel tanımıdır.

İçerik analizi, metin içinde tanımlanan belirli karakterlerden sistematik ve tarafsız sonuçlar çıkarmak için kullanılan bir araştırma tekniğidir.

İçerik analizi veriden onun içeriğine ilişkin tekrarlanabilir ve geçerli sonuçlar çıkarmak üzere kullanılan bir araştırma tekniğidir (Koçak, Arun, 2006).

İçerik analizi, yazılan ve söylenenin, yani; sayılamayanın, hazırlanan açıklayıcı yönergeye göre ne kadar sıklıkla söylendiğinin bulunarak nicelleştirilmesi olarak da tanımlanabilmektedir (Aziz, 2003).

Nitel analizler sosyal olaylar ve olguların nasıl ve ne şekilde gerçekleştiğini anlamamızı sağlayan tekniklerdir. Nitel araştırmalarda amaç ölçmekten çok, değişkenlerin derinlemesine incelenmesi ve çalışılmasıdır. Ancak nitel yöntemler her ne kadar sayılamaz dense de her zaman sayısal verilere dönüştürülebilme imkânı vardır.

Nitel bir araştırma yöntemi olan içerik analizi, kontrollü bir yorum çabası içerdiği gibi genellikle tümden gelime dayalı bir okuma aracı olarak kabul edilmektedir. Bu yöntem, aşağıda ifade edilen kendine has birçok özelliğinden dolayı, toplum bilimlerinin hemen her alanında kullanılmaktadır (Kula Ölmez, 2012).

- a) **Nesnellik:** Bilimsel araştırmaların olmazsa olmaz şartlarından birisi her türlü şahsi etkilerden bağımsız hareket edebilme özelliğidir. Araştırmacıların aynı veriler, belgeler üzerinde aynı sonuçlara ulaşmasıdır; içerik analizinde nesnellik analiz kurallarının net bir şekilde formüle edilmesi ile sağlanabilmektedir.
- b) **Sistemlilik:** Belirli aşamaların belirli sırayla, kategoriye girecek veya girmeyecek bölümlerin aynı ölçütlere dayanarak seçilmesi sürecidir. Böylece araştırmacının taraflı davranmasının önüne geçilebilir.
- c) **Genellik:** Sonuçların teorik bağlarının ve konuya ilişkilerinin kurulabilmesidir.
- d) **Geçerlilik ve güvenilirlik:** Geçerlilik ölçülmek istenen şeyin ölçülebilmesidir. İçerik analizi açısından değerlendirildiğinde oluşturulan kategorilerin herkes tarafından kabul edilmesi anlamına gelir. Güvenilirlik ise; ölçümü rasgele hatadan arındırmak anlamına gelir. İçerik analizi açısından bakıldığında kategorilerin açıkça tanımlanması ve nasıl oluşturulduğunun açıkça belirtilmesidir. Bu kapsamda araştırmanın başka araştırmacılar tarafından kontrol edilebilmesine de olanak sağlanmış olur.
- e) **Sayısallaştırma:** Bir şeyleri ölçme ile ilgili bir durumun olması bunun sayılarla ifade edilmesini gerektirmektedir. Bu gereklilik içerik analizinde

sözel değerlerin rakamsal olarak kodlanarak sayısallaştırılmasıyla gerçekleştirilebilir (URL-1).

3. HESAPLAMALI TASARIM YÖNTEMLERİNİN MODA KAVRAMI ÜZERİNDEN DEĞERLENDİRİLMESİ

Hesaplamalı tasarım alanında geliştirilen yöntemlerin sistematik bir sınıflandırmasının yapılması ve ilgili yöntemlerin moda kavramı üzerinden değerlendirilmesi amacıyla yapılan çalışmanın bu bölümü iki aşamalı olarak ele alınmıştır.

İlk aşamada, seçilen örneklem alan (CUMINCAD) üzerinden, çalışma kapsamına alınan hesaplamalı tasarım yöntemlerinin yıllara ve yazarlarına göre dağılımları, bibliyometrik analiz yöntemi ile değerlendirilerek yaşam döngüleri oluşturulmuştur.

İkinci aşamada ise, ilk aşamada uygulanan bibliyometrik analiz yöntemi verilerine göre en fazla yayın sayısı bulunan dört hesaplamalı tasarım yöntemi içerik analizi yönteminde değerlendirmeye alınmıştır. Buna göre değerlendirmeye alınan tasarım yöntemlerinin, araştırmacı söylevlerine (problem, çözüm, sürü, sürdürme, reddetme, sörf yapma) göre hangi safhada (yaratma, gelişme, olgunluk, gerileme, yok olma) oldukları belirlenmiştir. Yapılan analizler sonucunda elde edilen veriler izleyen bölümde sunulmaktadır.

3.1 Bibliyometrik Analiz Yöntemi Sonucunda Elde Edilen Veriler

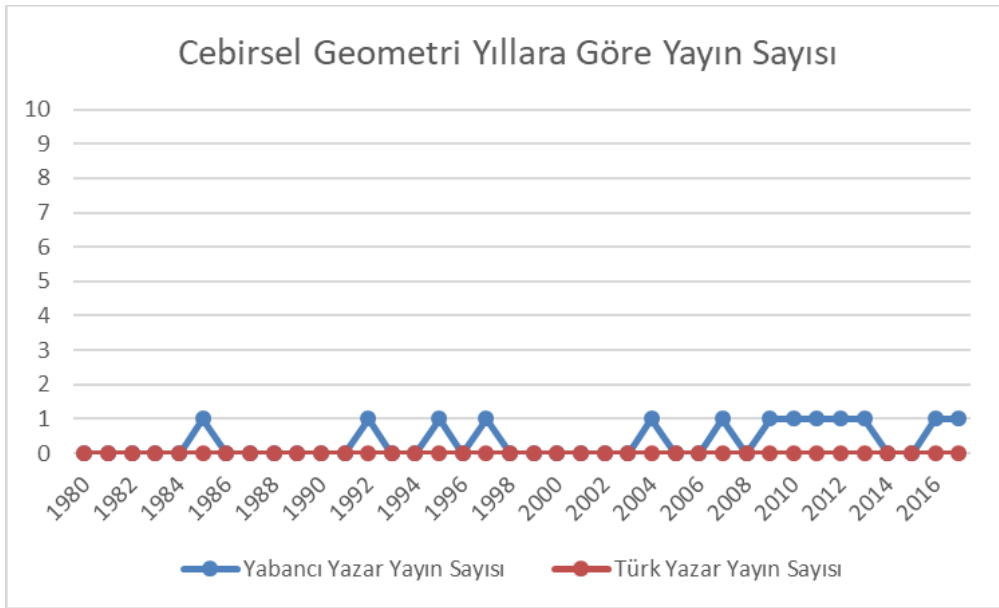
Bibliyometrik Analiz Yöntemi ile hesaplamalı tasarım alanında, çalışma kapsamında ele alınan 12 tasarım yöntemi değerlendirilmiştir. CUMINCAD üzerinden taranan kavramlar incelenirken yayınların **başlıkları, İngilizce özetleri ve anahtar kelimeleri** dikkate alınarak **Microsoft Excel** programında oluşturulan tablo yardımıyla yıllara göre dağılımı elde edilmiştir (Oluşturulan tablo EK A'da verilmiştir.).

3.1.1 Topolojik Geometri

Topolojik Geometri ile ilgili araştırma kapsamında örneklem olarak belirlenen ACADIA, ASCAAD, CAAD Futures, CAADRIA, eCAADe ve SIGraDI üzerinden inceleme yapılmıştır. Yapılan inceleme sonucunda grafik oluşturulması için yeterli veri bulunamamıştır.

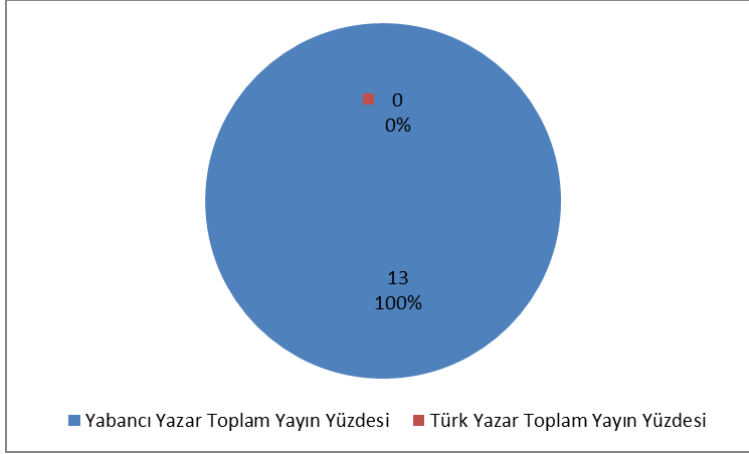
3.1.2 Cebirsel Geometri

Cebirsel Geometri ile ilgili araştırma kapsamında örneklem olarak belirlenen ACADIA, ASCAAD, CAAD Futures, CAADRIA, eCAADe ve SIGraDI üzerinden inceleme yapılmıştır. Yapılan inceleme sonucunda her bir indekse ait elde edilen veriler, ayrı ayrı grafiğin oluşturulması için yeterli bulunmadığı için sadece toplam değerlerin grafikleri sunulmuştur.



Şekil 3.1: Cebirsel geometrinin hesaplamalı tasarım alanındaki yaşam döngüsü.

Araştırma kapsamındaki makalelerin yıllara göre dağılımı incelendiğinde, ilk makalenin 1985 yılında yayınlandığı görülmektedir. Nispeten ilginin artış gösterdiği 2004-2017 yılları arasında ise yılda sadece 1 makalenin yayınlandığı, buna göre 22 yıllık bir süre zarfında toplam 13 adet makalenin yayınlandığı, bu makaleler içerisinde ise Türk yazarlara ait yayınlanan makale olmadığı tespit edilmiştir.

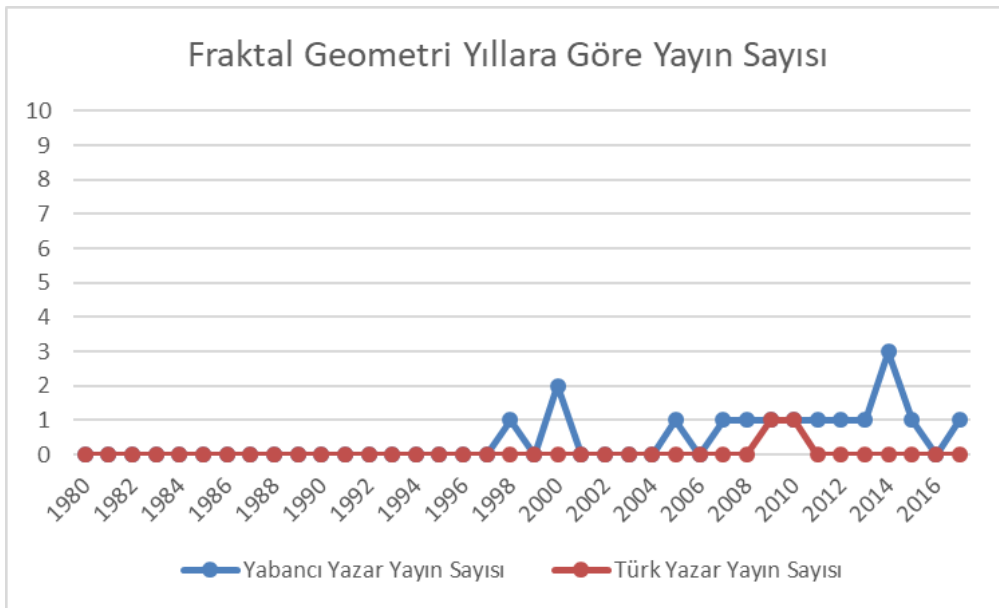


Şekil 3.2: Cebirsel geometri ile ilgili toplam yayın sayısının yıllara göre dağılımı.

Cebirsel geometri ile ilgili yayınlanan toplam makale sayısı incelendiğinde Türk yazarların bu alana ait yayını olmadığı anlaşılmaktadır.

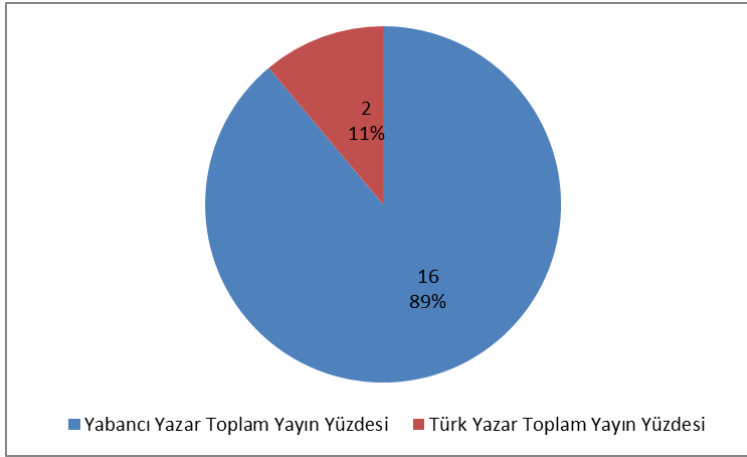
3.1.3 Fraktal Geometri

Fraktal Geometri ile ilgili araştırma kapsamında örneklem olarak belirlenen ACADIA, ASCAAD, CAAD Futures, CAADRIA, eCAADe ve SIGraDI üzerinden inceleme yapılmıştır. Yapılan inceleme sonucunda her bir indekse ait elde edilen veriler, ayrı ayrı grafiğin oluşturulması için yeterli bulunmadığı için sadece toplam değerlerin grafikleri sunulmuştur.



Şekil 3.3: Fraktal geometrinin hesalamalı tasarım alanındaki yaşam döngüsü.

Araştırma kapsamındaki makalelerin yıllara göre dağılımı incelendiğinde, ilk makalenin 1998 yılında yayınlandığı görülmektedir. Nispeten ilginin artış gösterdiği 2007-2015 yılları arasında ise her sene en az 1, en çok 3 adet makalenin yayınlandığı, buna göre 20 yıllık bir süre zarfında toplam 18 adet makalenin yayınlandığı tespit edilmiştir. Bu makaleler içerisinde 2 tanesi Türk yazarlara ait olup ilk makale 2009 yılında yayınlanmıştır.



Şekil 3.4: Fraktal geometri ile ilgili toplam yayın sayısının türk-yabancı yazar dağılımı.

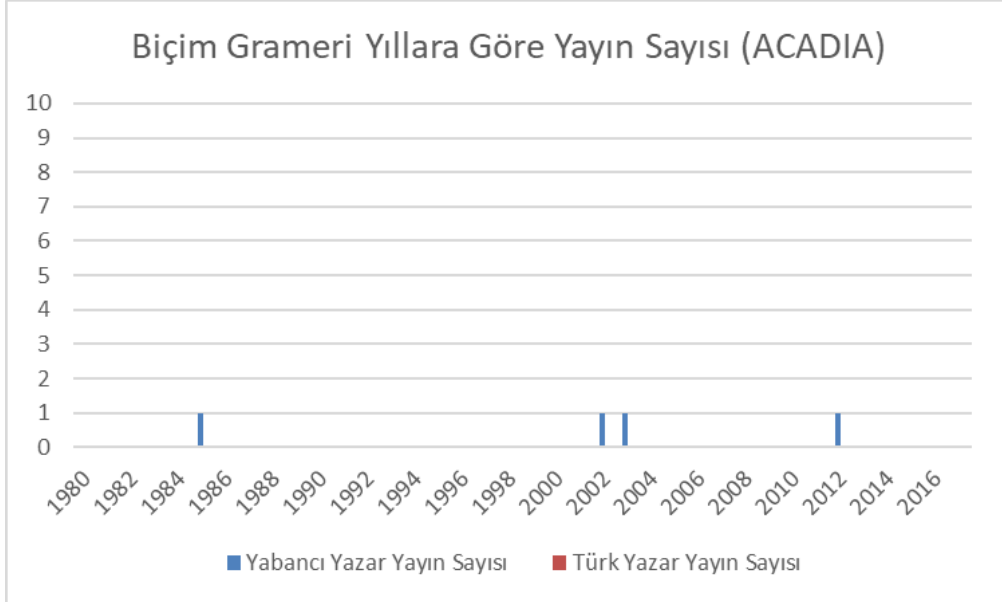
Fraktal geometri ile ilgili yayınlanan toplam makale sayısı incelendiğinde Türk yazarların bu alana olan ilgilerinin %11 seviyesinde olduğu anlaşılmaktadır.

3.1.4 Diferansiyel Geometri

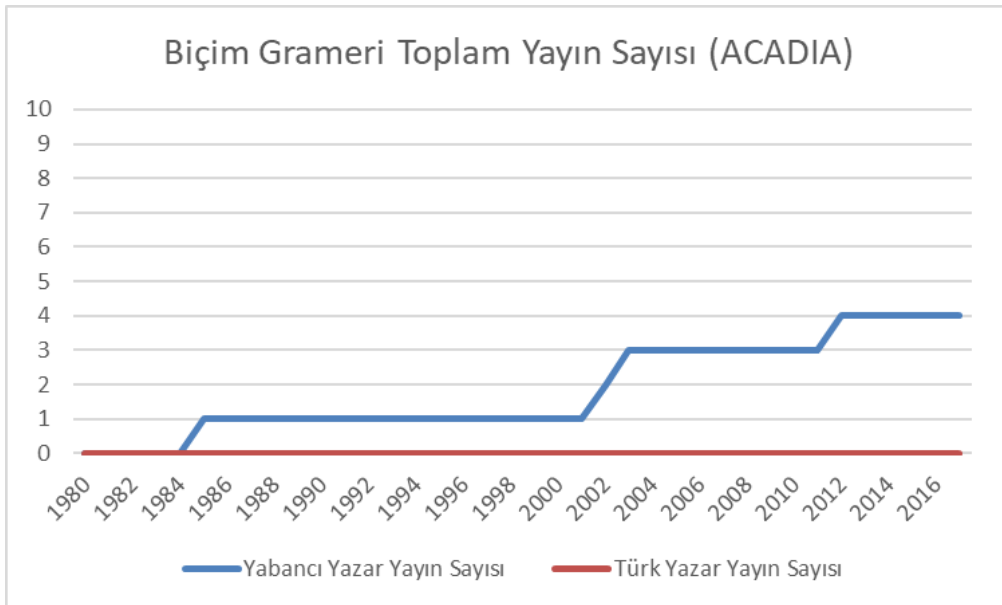
Diferansiyel Geometri ile ilgili araştırma kapsamında örneklem olarak belirlenen ACADIA, ASCAAD, CAAD Futures, CAADRIA, eCAADe ve SIGraDI üzerinden inceleme yapılmıştır. Yapılan inceleme sonucunda grafik oluşturulması için yeterli veri bulunamamıştır.

3.1.5 Biçim Gramerleri

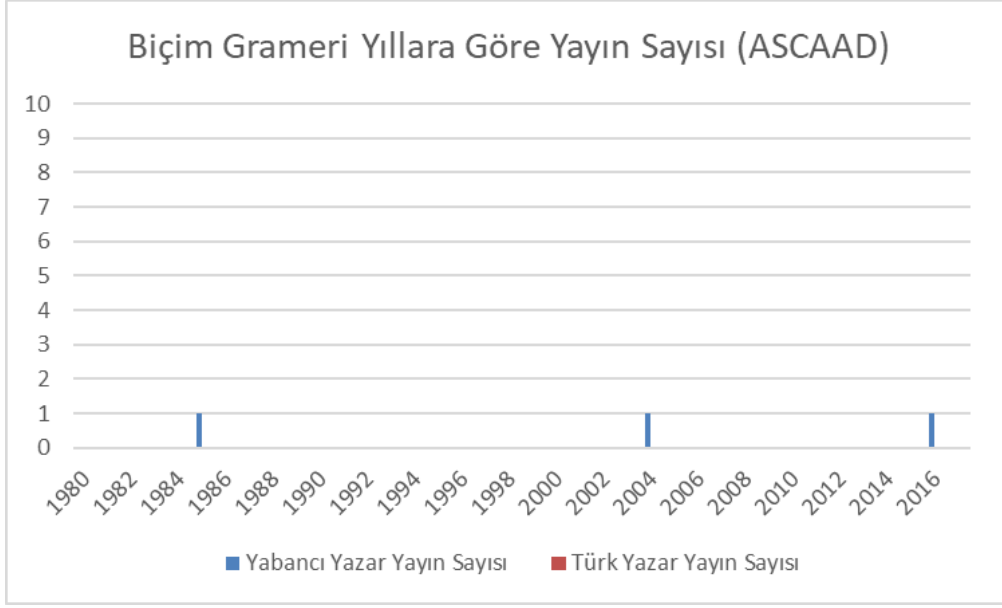
Araştırma kapsamında belirlenen CumInCAD (ACADIA, ASCAAD, CAAD Futures, CAADRIA, eCAADe ve SIGraDI) özelinde Biçim Gramerleri ile ilgili veriler aşağıdaki grafiklerde yer almaktadır.



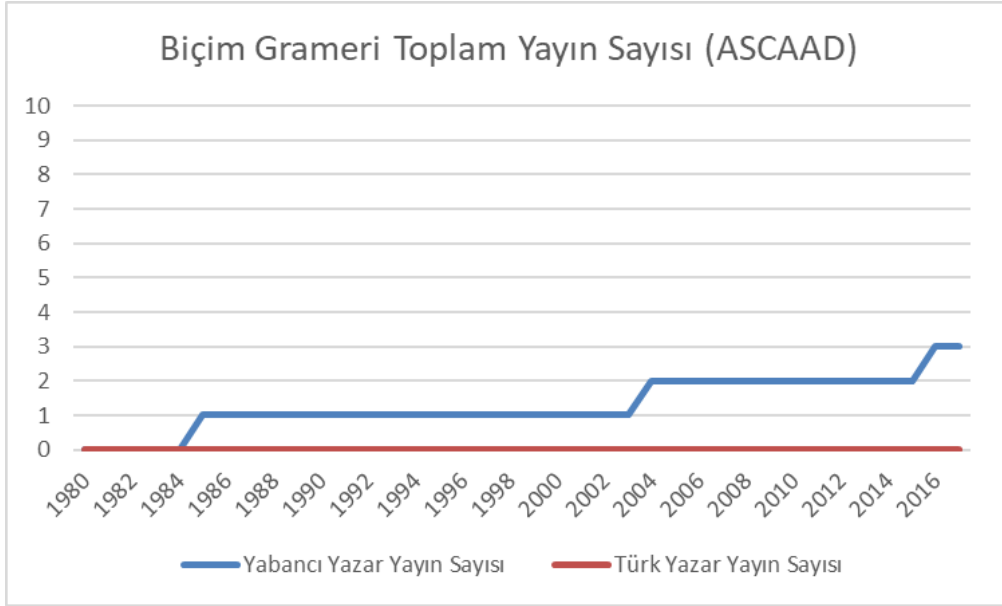
Şekil 3.5: Biçim gramerlerinin ACADIA’ da yıllara göre yayın sayısı dağılımı.



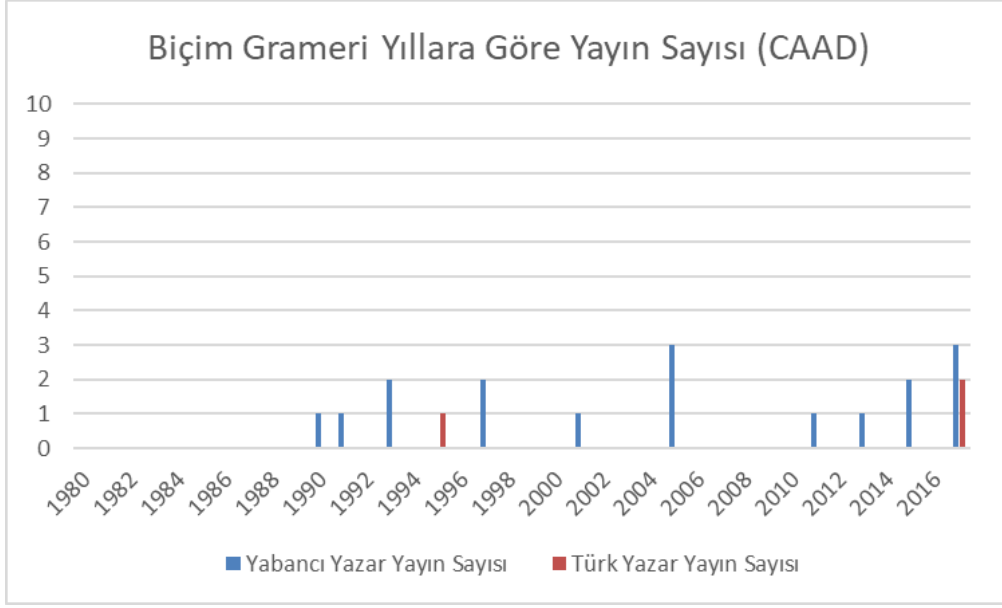
Şekil 3.6: Biçim gramerlerinin ACADIA’ da toplam yayın sayısı.



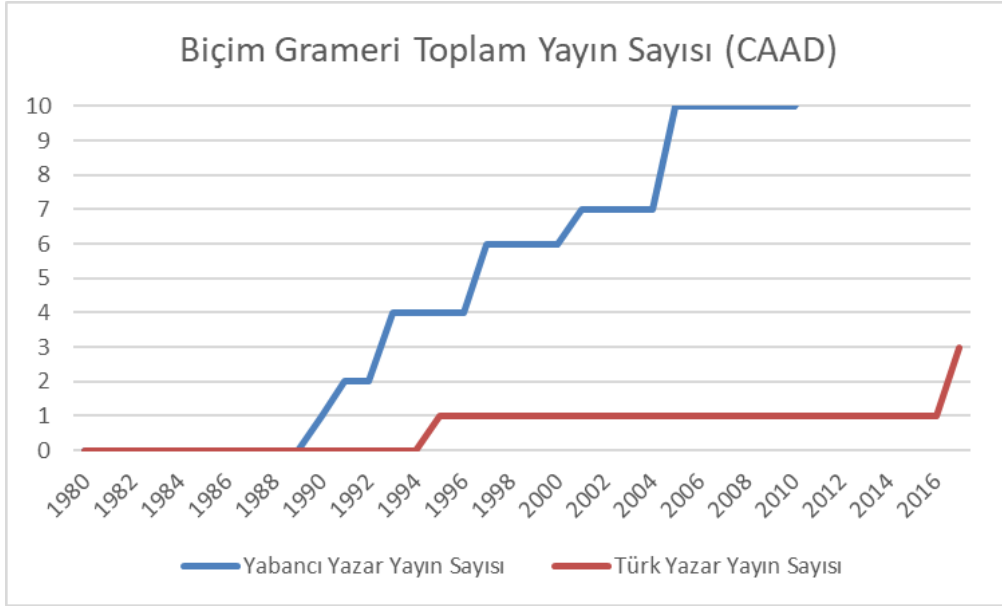
Şekil 3.7: Biçim gramerlerinin ASCAAD’ da yıllara göre yayın sayısı dağılımı.



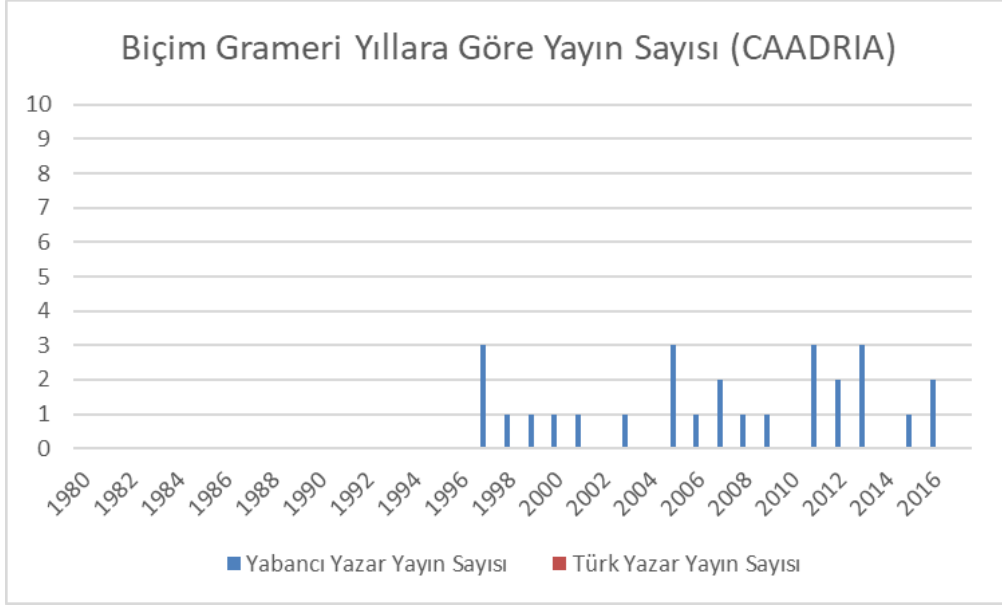
Şekil 3.8: Biçim gramerlerinin ASCAAD’ da toplam yayın sayısı.



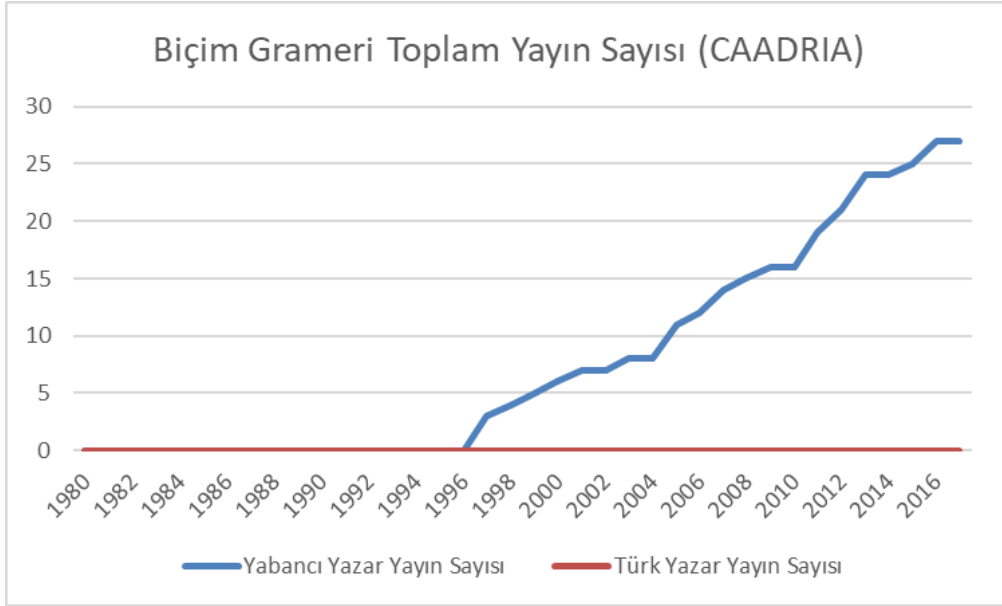
Şekil 3.9: Biçim gramerlerinin CAAD’ da yıllara göre yayın sayısı dağılımı.



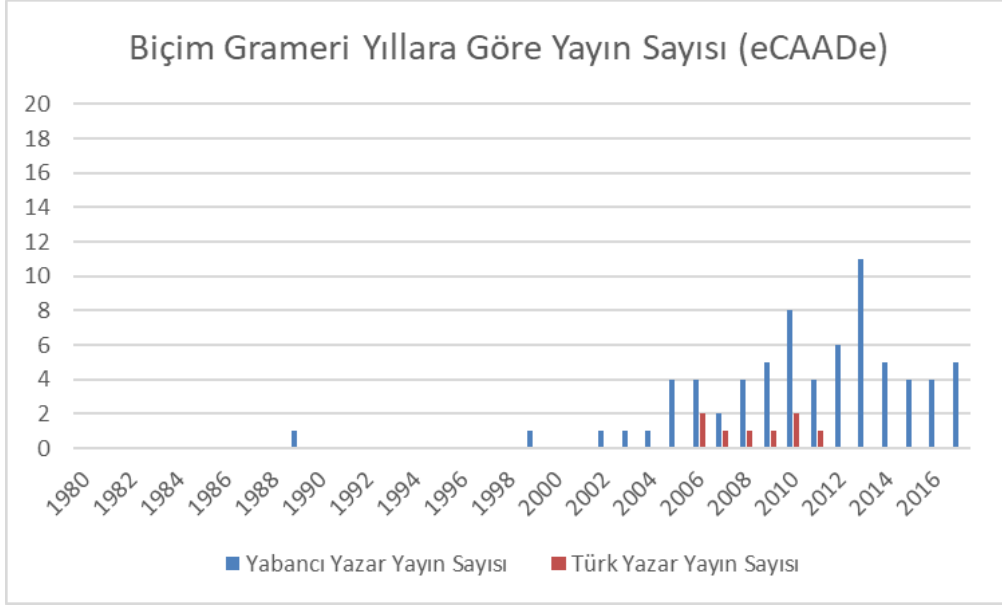
Şekil 3.10: Biçim gramerlerinin CAAD’ da toplam yayın sayısı.



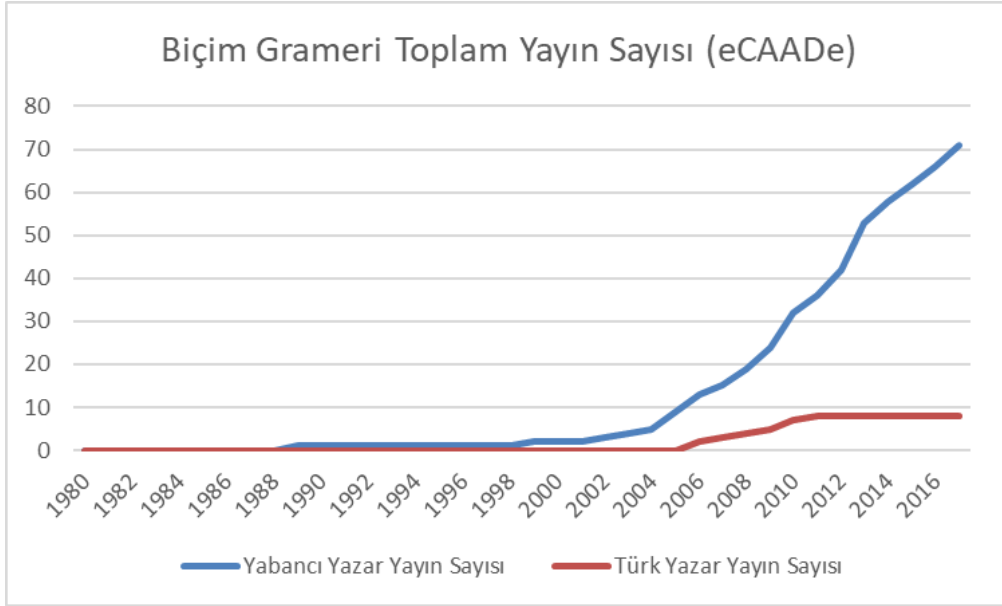
Şekil 3.11: Biçim gramerlerinin CAADRIA’ da yıllara göre yayın sayısı dağılımı.



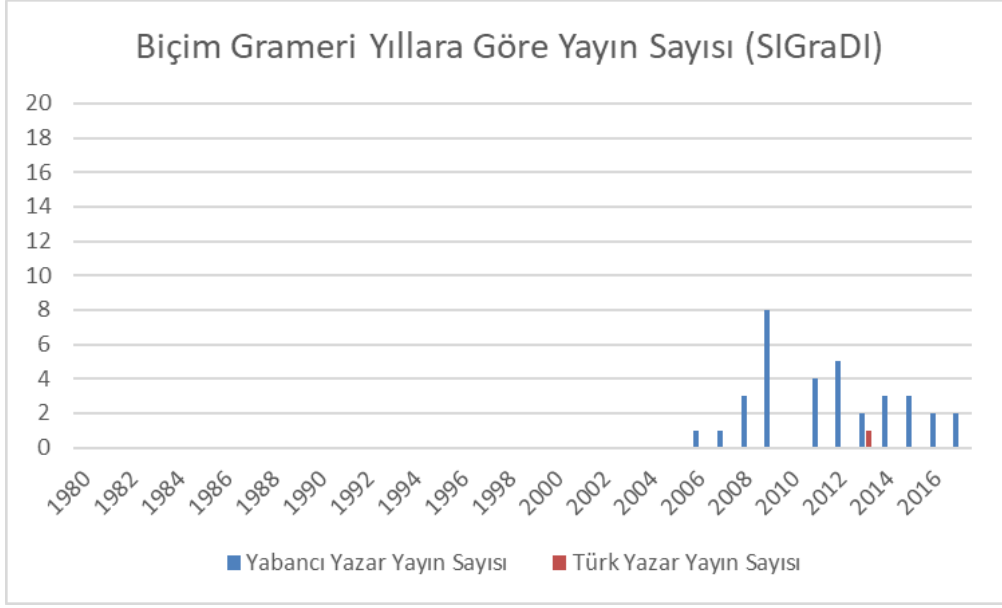
Şekil 3.12: Biçim gramerlerinin CAADRIA’ da toplam yayın sayısı.



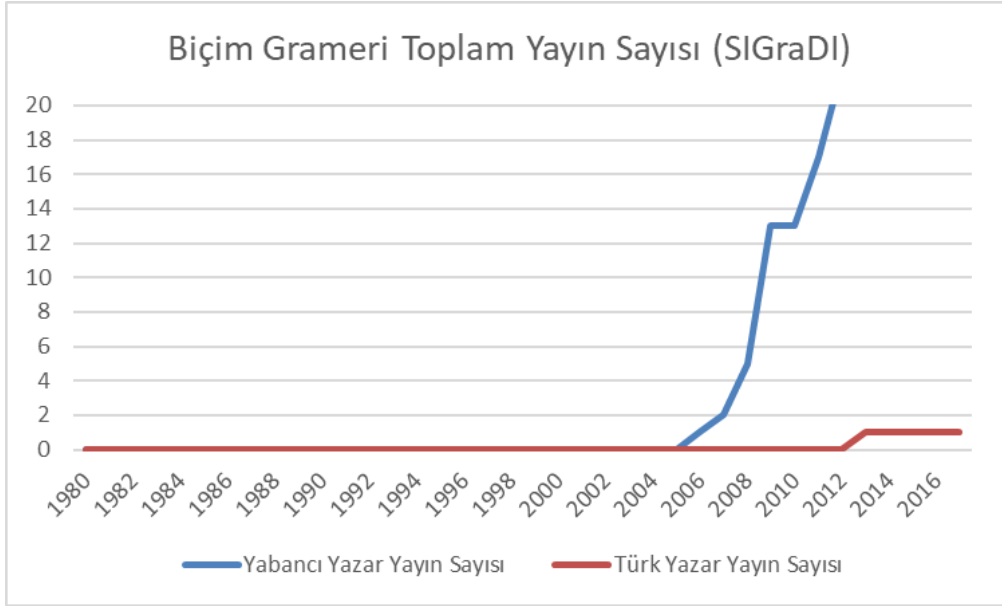
Şekil 3.13: Biçim gramerlerinin eCAADe’ de yıllara göre yayın sayısı dağılımı.



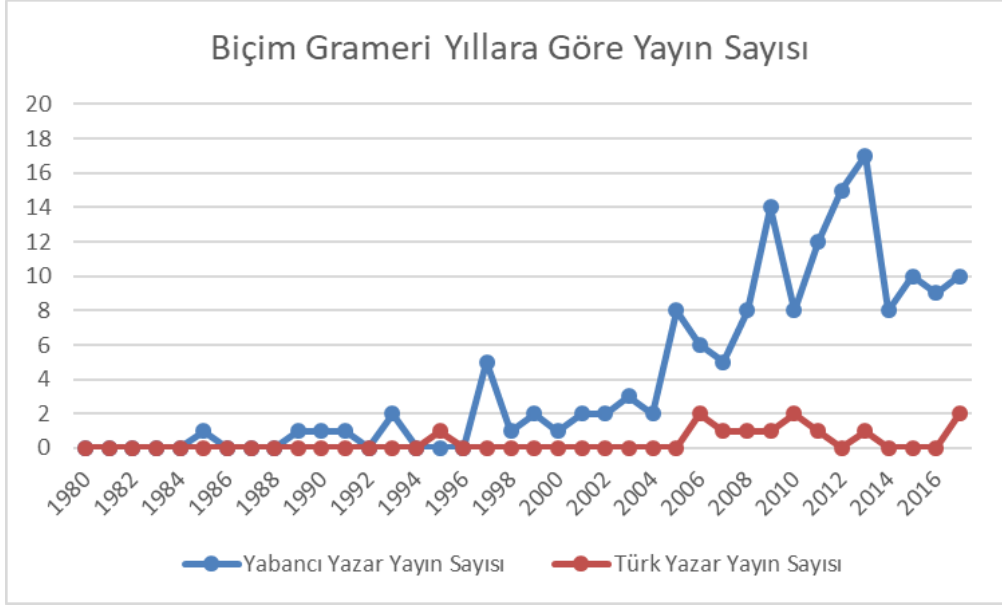
Şekil 3.14: Biçim gramerlerinin eCAADe’ de toplam yayın sayısı.



Şekil 3.15: Biçim gramerlerinin SIGraDI' da yıllara göre yayın sayısı dağılımı.

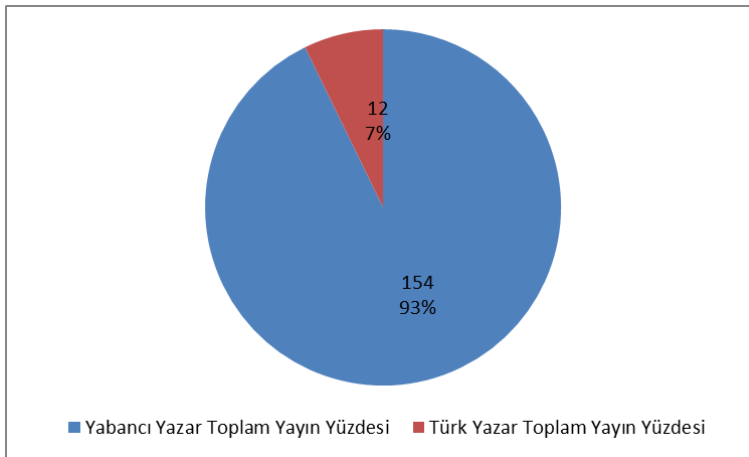


Şekil 3.16: Biçim gramerlerinin SIGraDI' da toplam yayın sayısı.



Şekil 3.17: Biçim gramerlerinin hesaplamalı tasarım alanındaki yaşam döngüsü.

Araştırma kapsamındaki makalelerin yıllara göre dağılımı incelendiğinde, ilk makalenin 1985 yılında yayınlandığı görülmektedir. Alan ile ilgili yapılan çalışmaların 2000’li yıllardan sonra artmaya başladığı ve 2013 yılında en fazla yayının yapıldığı gözlenmiştir. Buna göre 22 yıllık bir süre zarfında toplam 166 adet makalenin yayınlandığı tespit edilmiştir. Bu makaleler içerisinde 12 tanesi Türk yazarlara ait olup ilk makale 1995 yılında yayınlanmıştır. Türklerin bu alandaki ilgisi 2007 yılından sonra artmıştır.

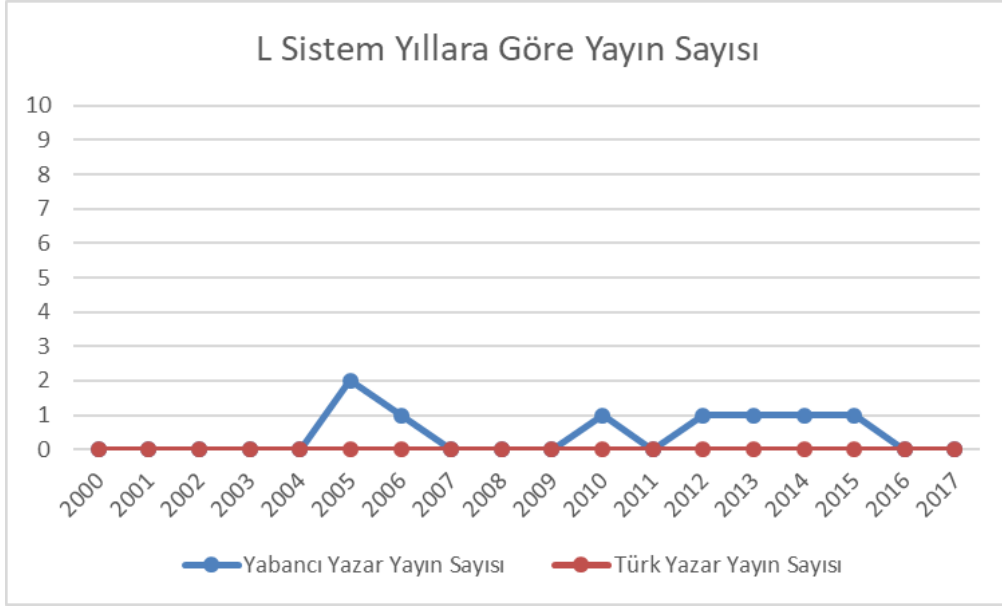


Şekil 3.18: Biçim gramerleri ile ilgili toplam yayın sayısının türk-yabancı yazar dağılımı.

Biçim Gramerleri ile ilgili yayınlanan toplam makale sayısı incelendiğinde Türk yazarların bu alana olan ilgilerinin %7 seviyesinde olduğu anlaşılmaktadır.

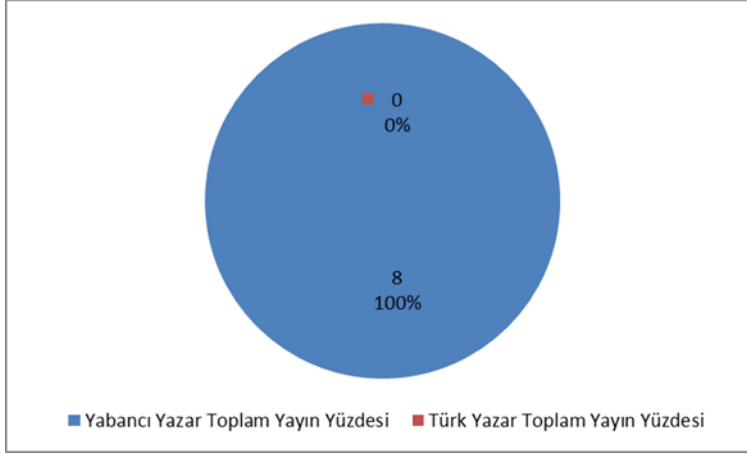
3.1.6 L Sistemler

L Sistemler ile ilgili araştırma kapsamında örneklem olarak belirlenen ACADIA, ASCAAD, CAAD Futures, CAADRIA, eCAADe ve SIGraDI üzerinden inceleme yapılmıştır. Yapılan inceleme sonucunda her bir indekse ait elde edilen veriler, ayrı ayrı grafiğin oluşturulması için yeterli bulunmadığı için sadece toplam değerlerin grafikleri sunulmuştur.



Şekil 3.19: L sistemlerin hesaplamalı tasarım alanındaki yaşam döngüsü.

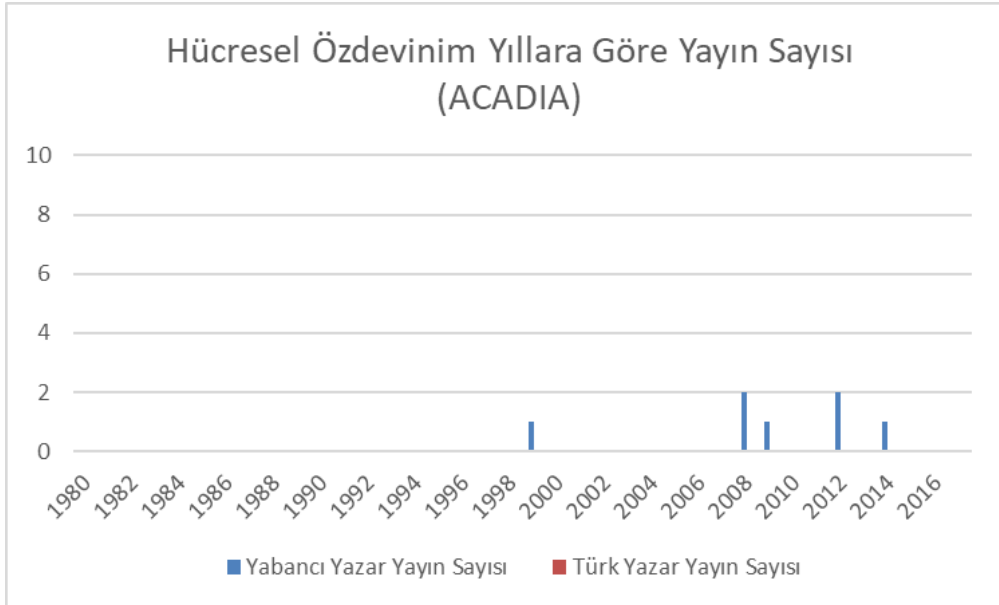
Araştırma kapsamındaki makalelerin yıllara göre dağılımı incelendiğinde, ilk makalenin 2005 yılında yayınlandığı görülmektedir. Buna göre alan ile ilgili çalışmalara bakıldığında 12 yıllık bir süre zarfında toplam 8 adet makalenin yayınlandığı tespit edilmiştir. Bu makaleler içerisinde Türk yazarlara ait makale bulunmamaktadır.



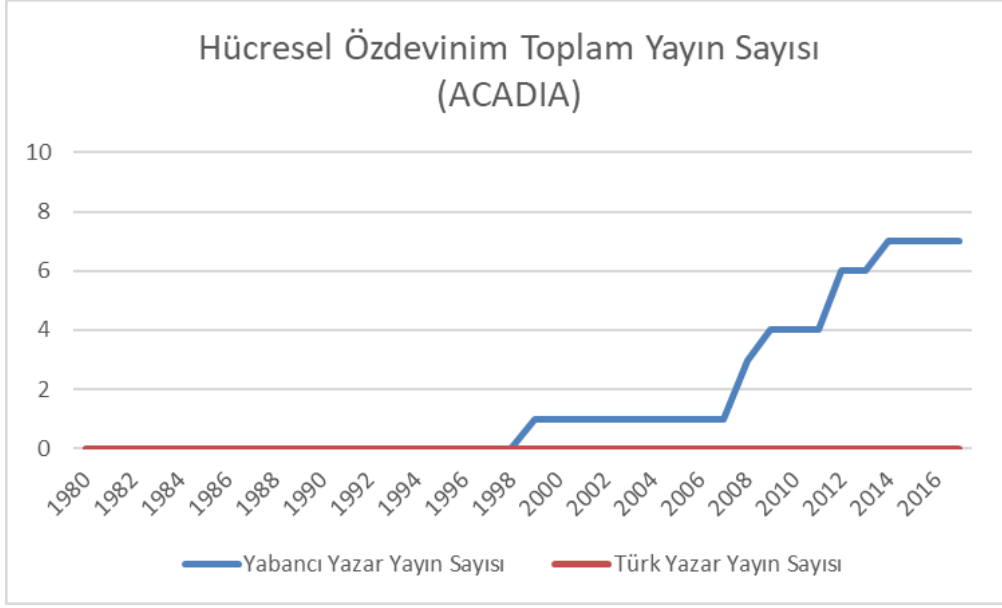
Şekil 3.20: L sistemlerle ilgili toplam yayın sayısının türk-yabancı yazar dağılımı.

L Sistemler ile ilgili yayınlanan toplam makale sayısı incelendiğinde Türk yazarların bu alanda yayınlanmış makalesi bulunmamaktadır.

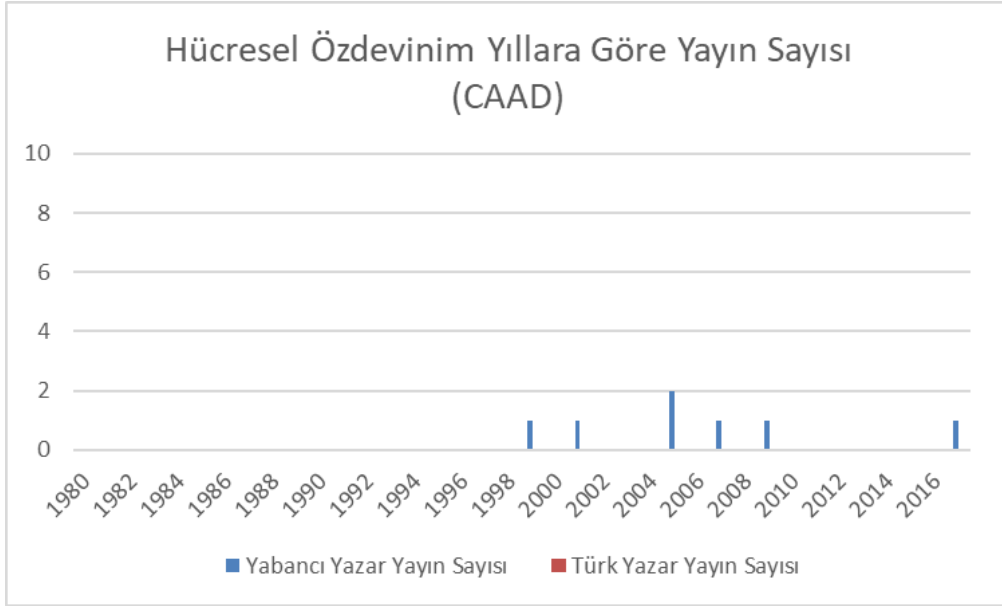
3.1.7 Hücrel Özdevinim



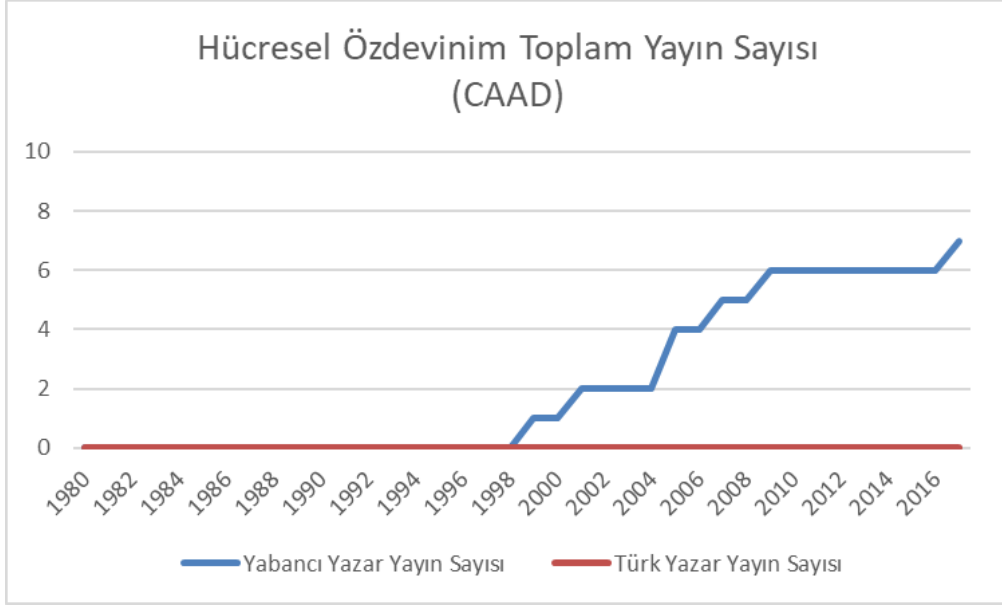
Şekil 3.21: Hücrel Özdevinim'in ACADIA' da yıllara göre yayın sayısı dağılımı.



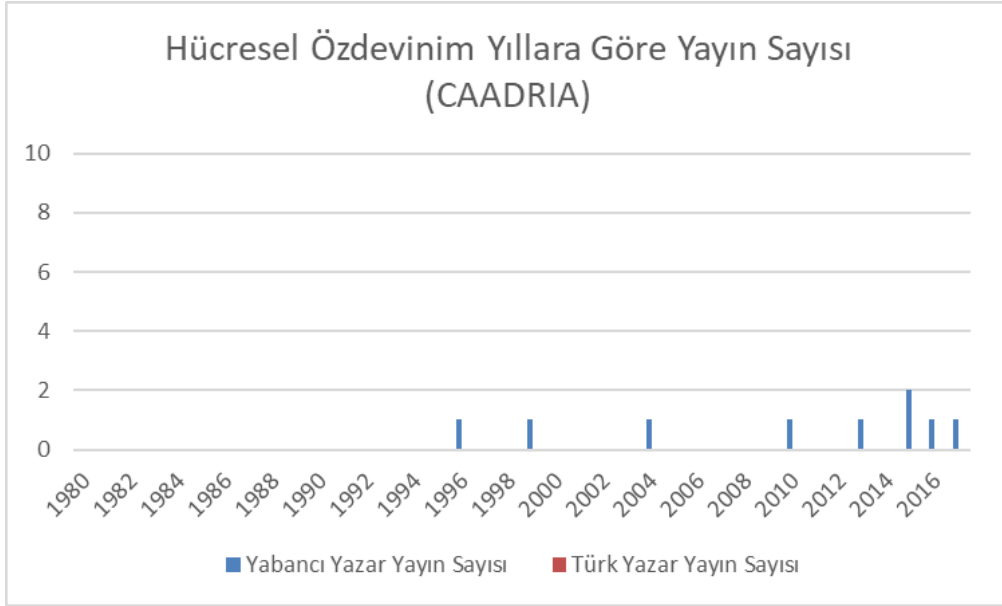
Şekil 3.22: Hücreyel Özdevinim'in ACADIA' da toplam yayın sayısı.



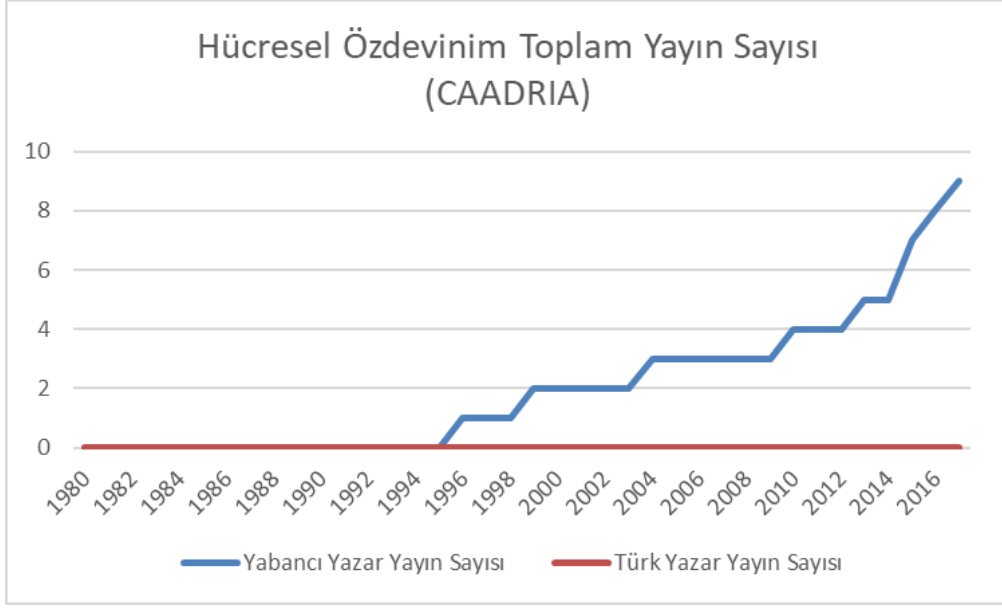
Şekil 3.23: Hücreyel Özdevinim'in CAAD' da yıllara göre yayın sayısı dağılımı.



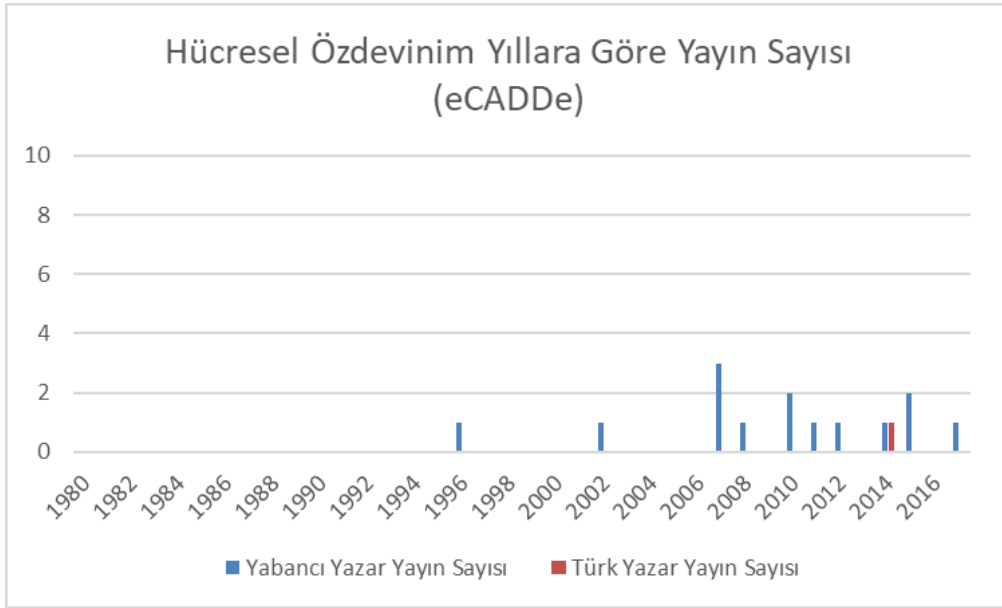
Şekil 3.24: Hücrel Özdevinim'in CAAD' da toplam yayın sayısı.



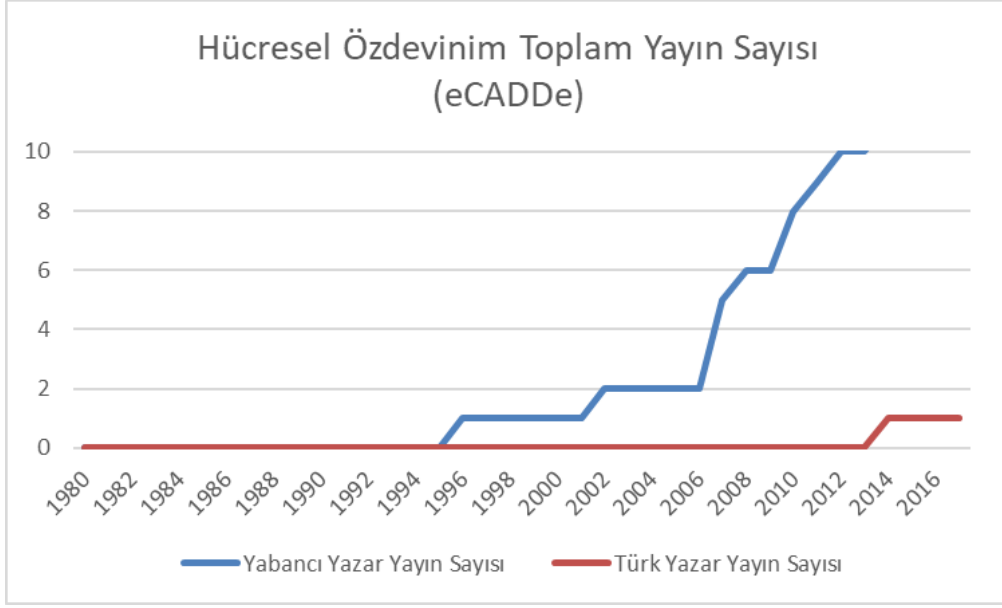
Şekil 3.25: Hücrel Özdevinim'in CAADRIA' da yıllara göre yayın sayısı dağılımı.



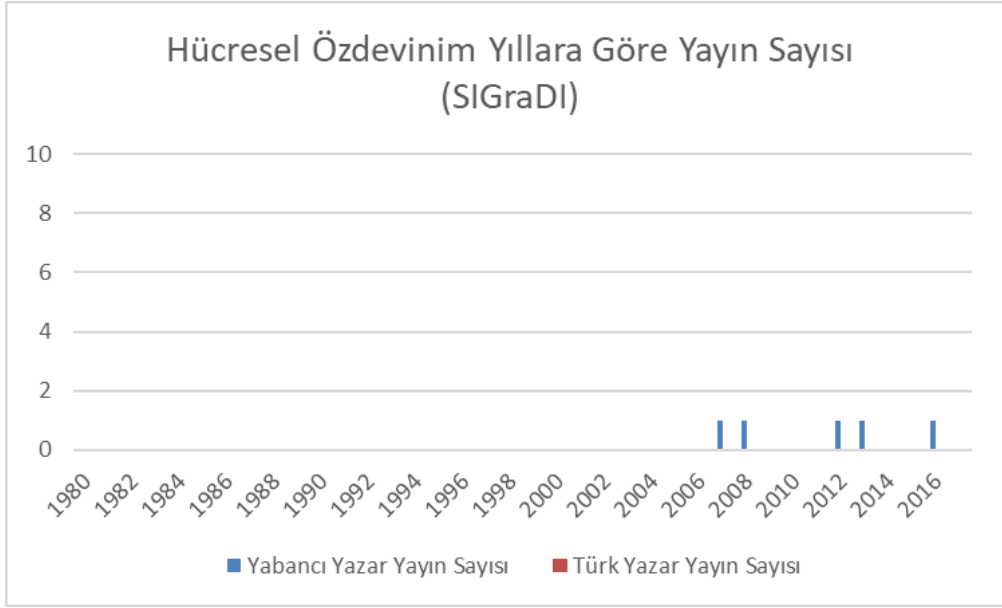
Şekil 3.26: Hücrese Özdevinim'in CAADRIA' da toplam yayın sayısı.



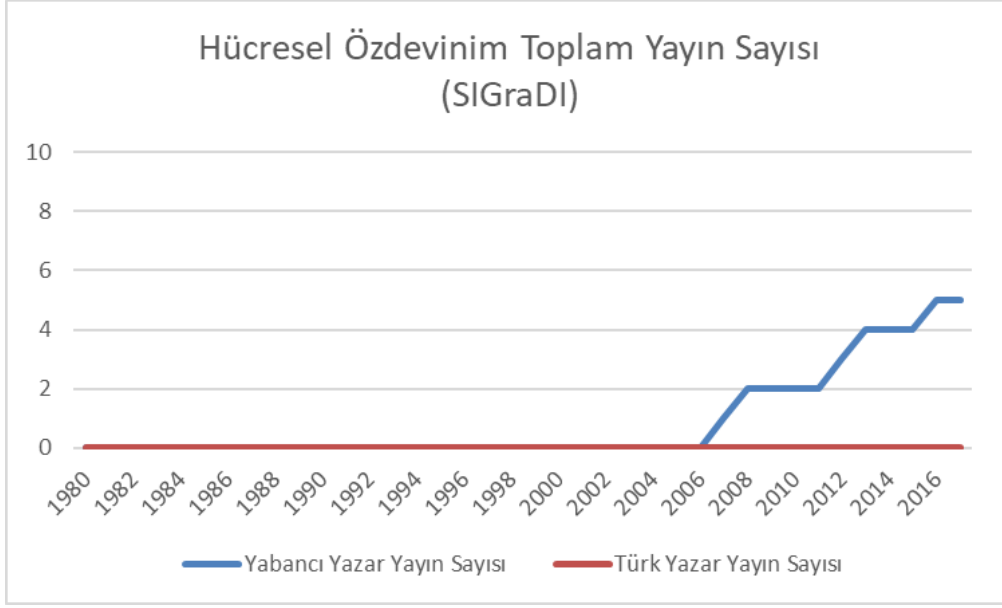
Şekil 3.27: Hücrese Özdevinim'in eCAADe' de yıllara göre yayın sayısı dağılımı.



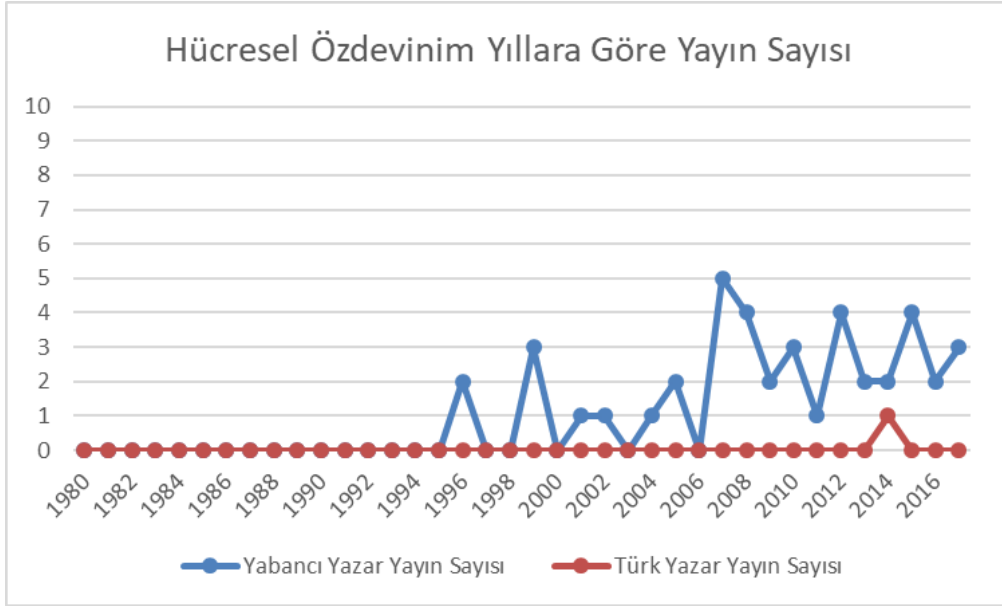
Şekil 3.28: Hücrel Özdevinim'in eCAADe' de toplam yayın sayısı.



Şekil 3.29: Hücrel Özdevinim'in SIGraDI' da yıllara göre yayın sayısı dağılımı.

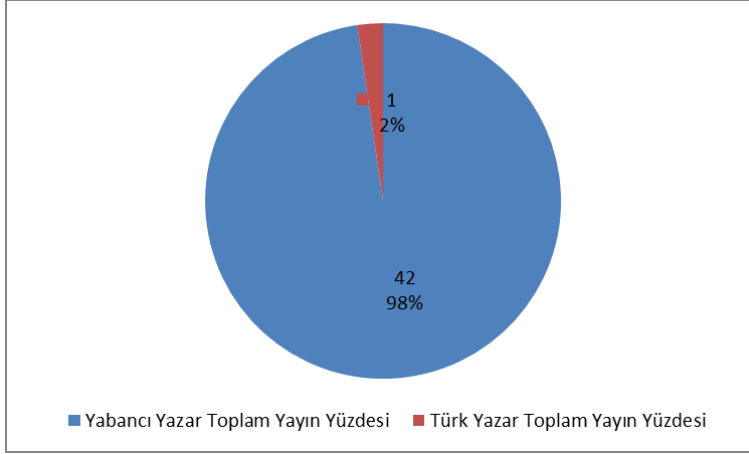


Şekil 3.30: Hücrese Özdevinim'in SIGraDI' da toplam yayın sayısı.



Şekil 3.31: Hücrese Özdevinim'in hesaplamalı tasarım alanındaki yaşam döngüsü.

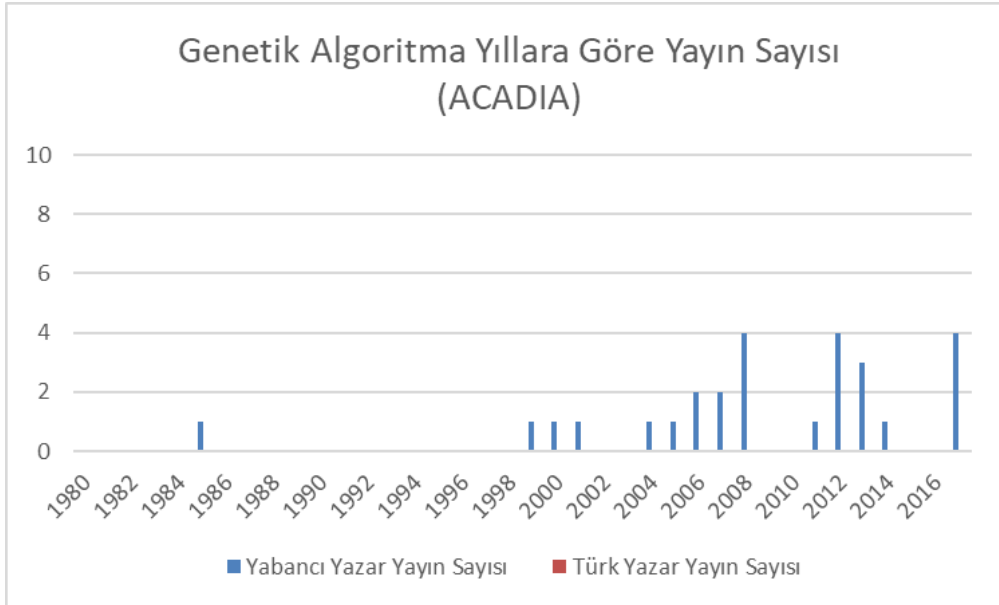
Araştırma kapsamındaki makalelerin yıllara göre dağılımı incelendiğinde, ilk makalenin 1996 yılında yayınlandığı görülmektedir. Alan ile ilgili yapılan çalışmaların 1999 yılından sonra artmaya başladığı ve 2007 yılında en fazla yayının yapıldığı gözlenmiştir. Buna göre 21 yıllık bir süre zarfında toplam 43 adet makalenin yayınlandığı tespit edilmiştir. Bu makaleler içerisinde sadece 1 tanesi Türk yazarlara ait olup 2015 yılında yayınlanmıştır.



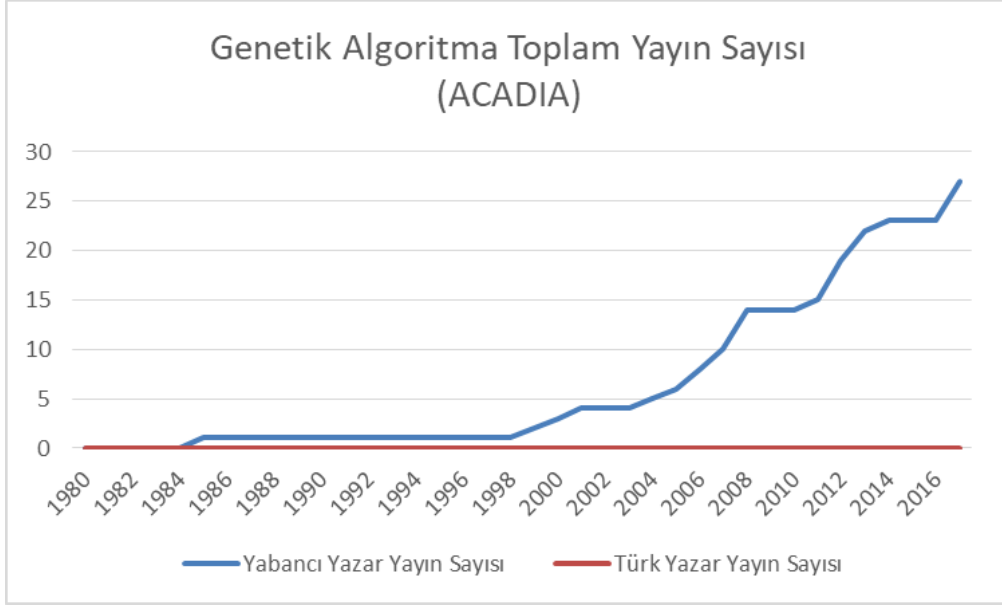
Şekil 3.32: Hücresele Özdevinim ile ilgili toplam yayın sayısının türk-yabancı yazar dağılımı.

Hücresele Özdevinim ile ilgili yayınlanan toplam makale sayısı incelendiğinde Türk yazarların bu alana olan ilgilerinin %2 seviyesinde olduğu anlaşılmaktadır.

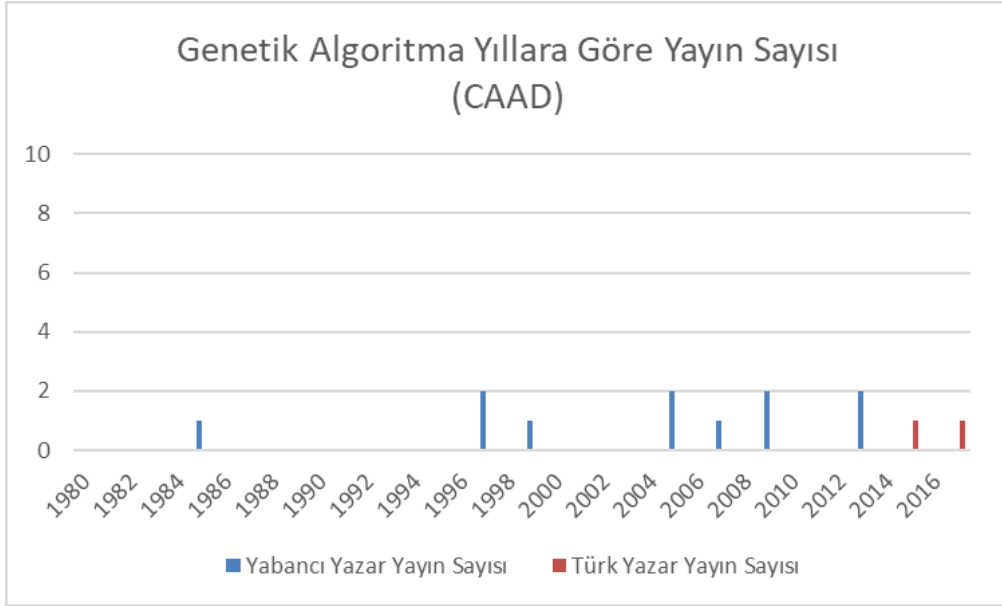
3.1.8 Genetik Algoritmalar



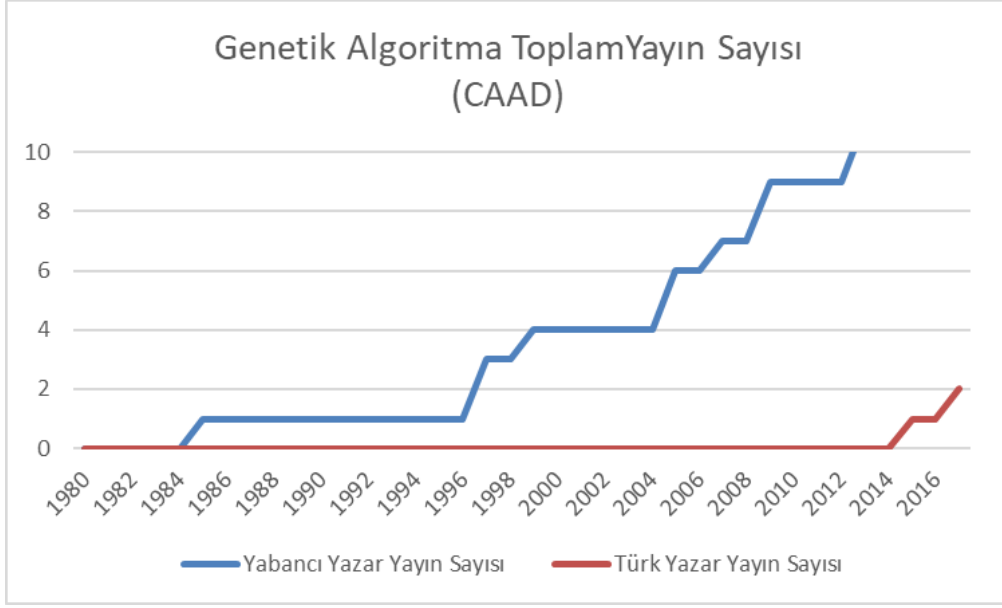
Şekil 3.33: Genetik algoritmaların ACADIA' da yıllara göre yayın sayısı dağılımı.



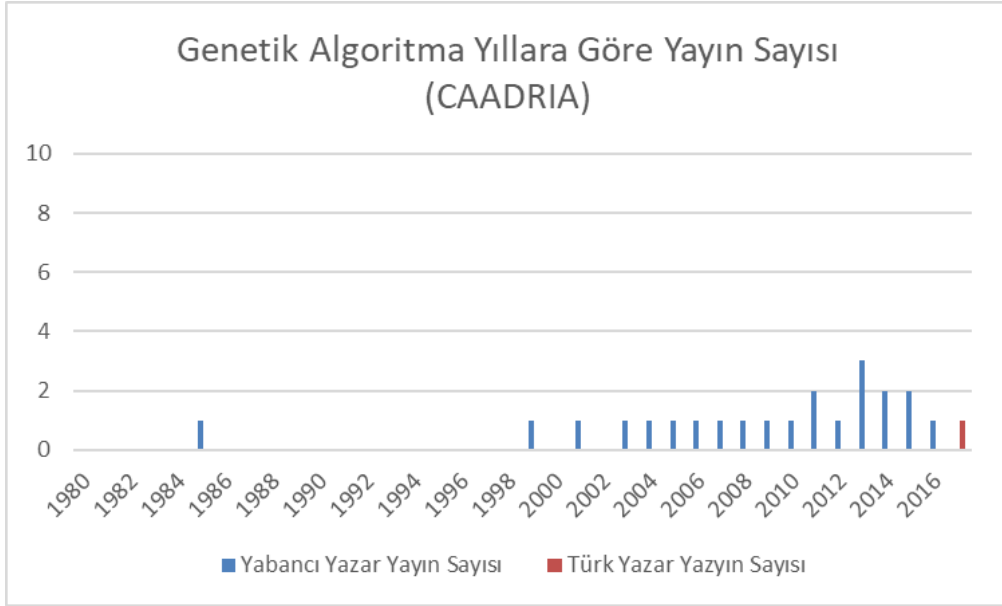
Şekil 3.34: Genetik algoritmaların ACADIA’ da toplam yayın sayısı.



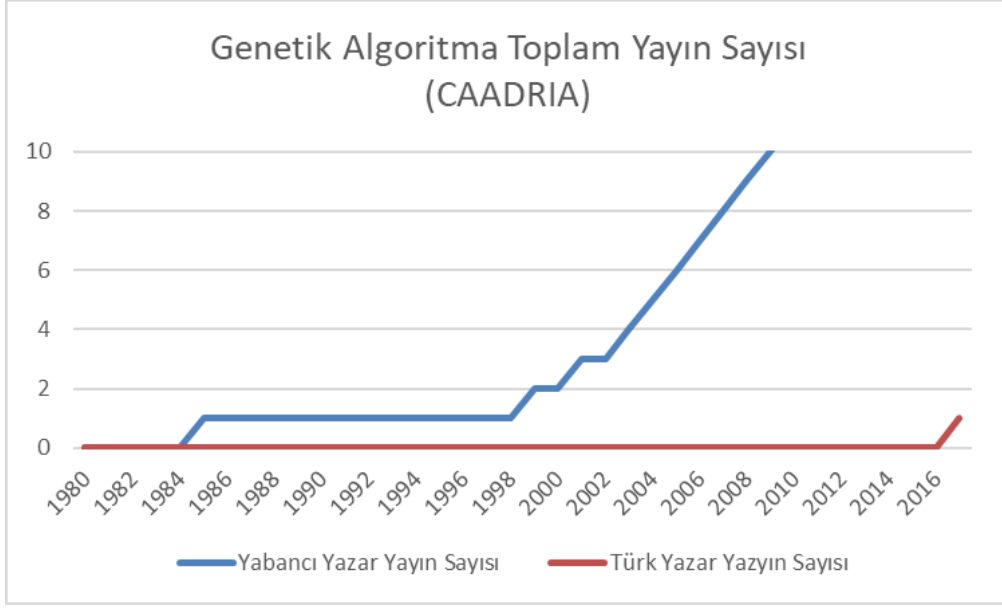
Şekil 3.35: Genetik algoritmaların CAAD’ da yıllara göre yayın sayısı dağılımı.



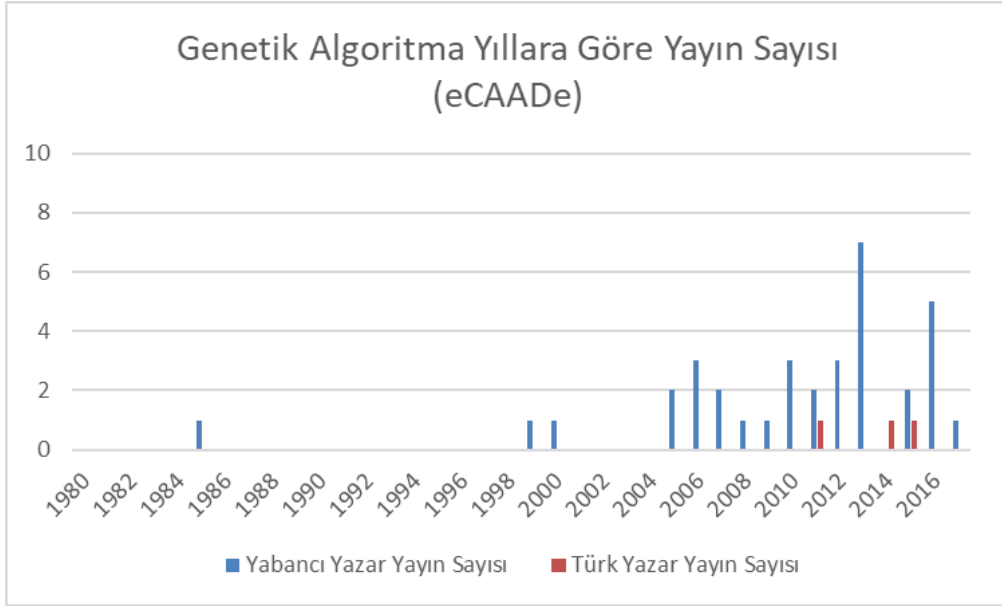
Şekil 3.36: Genetik algoritmaların CAAD da toplam yayın sayısı.



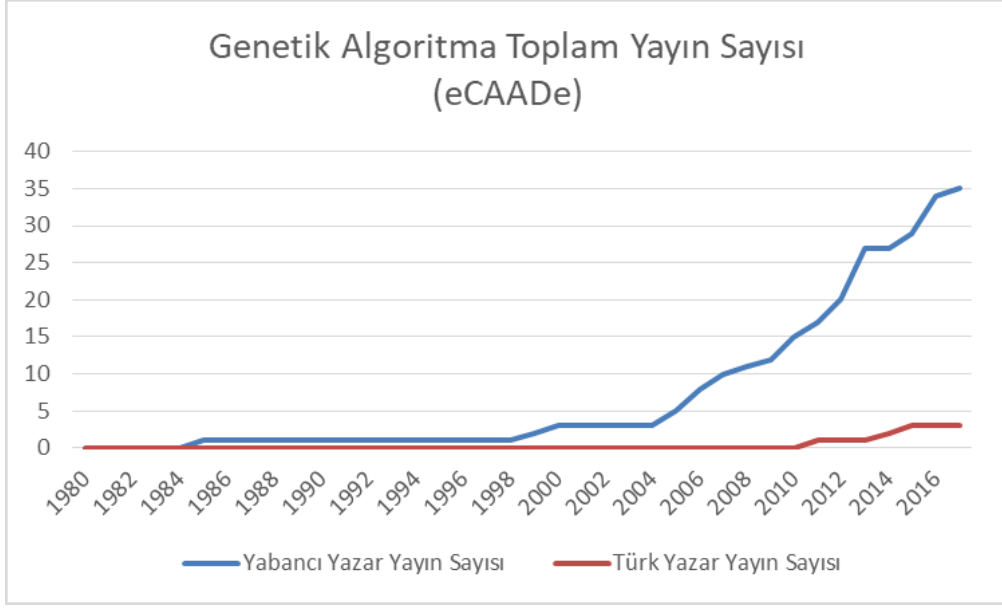
Şekil 3.37: Genetik algoritmaların CAADRIA' da yıllara göre yayın sayısı dağılımı.



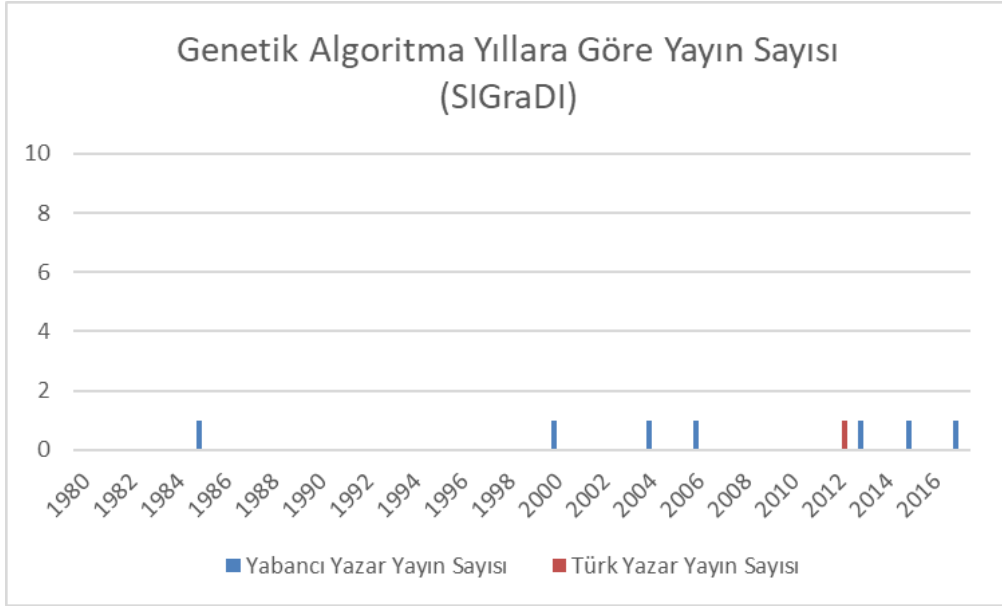
Şekil 3.38: Genetik algoritmaların CAADRIA’ da toplam yayın sayısı.



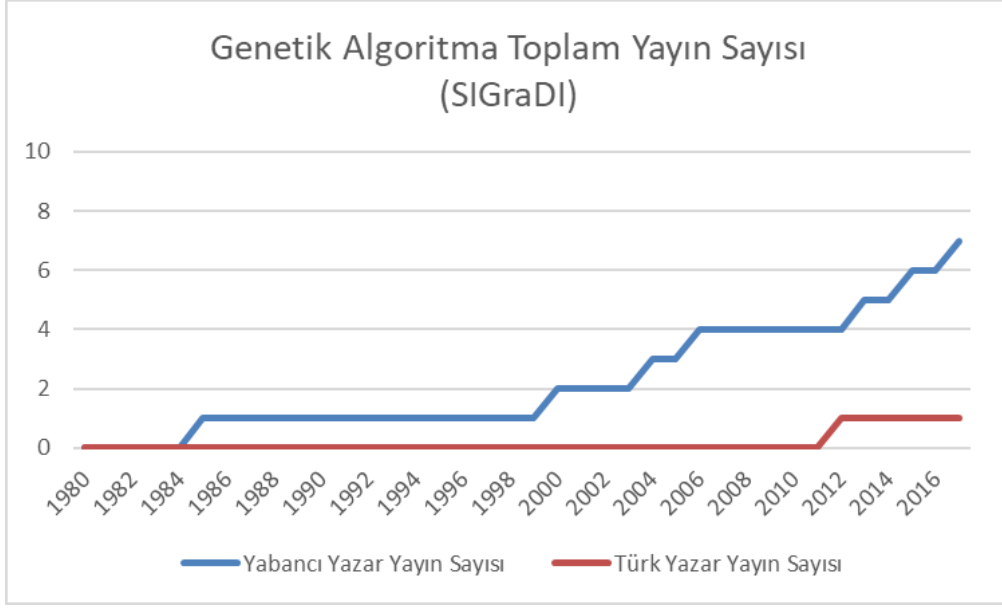
Şekil 3.39: Genetik algoritmaların eCAADe’ de yıllara göre yayın sayısı dağılımı.



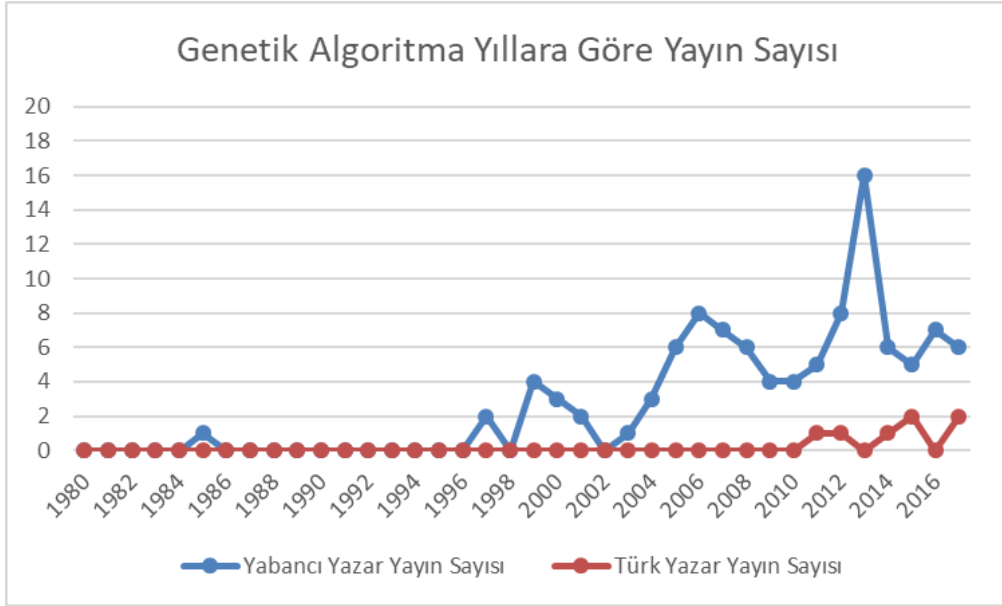
Şekil 3.40: Genetik algoritmaların eCAADe’ de toplam yayın sayısı.



Şekil 3.41: Genetik algoritmaların SIGraDI’ da yıllara göre yayın sayısı dağılımı.

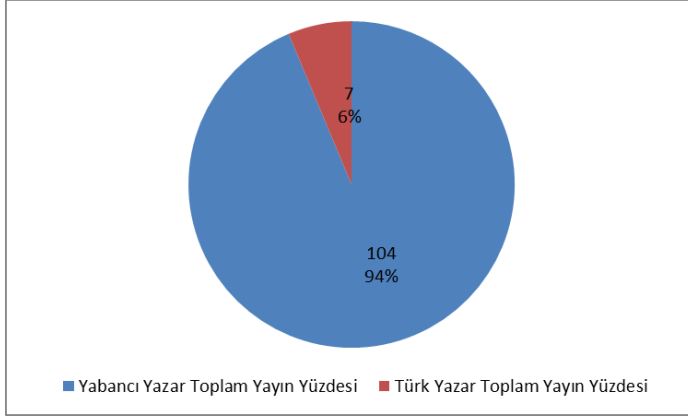


Şekil 3.42: Genetik algoritmaların SIGraDI’ da toplam yayın sayısı.



Şekil 3.43: Genetik algoritmaların hesaplamalı tasarım alanında yaşam döngüsü.

Araştırma kapsamındaki makalelerin yıllara göre dağılımı incelendiğinde, ilk makalenin 1985 yılında yayınlandığı görülmektedir. Alan ile ilgili yapılan çalışmaların 2000’li yıllardan sonra artmaya başladığı ve 2014 yılında en fazla yayının yapıldığı gözlenmiştir. Buna göre 22 yıllık bir süre zarfında toplam 111 adet makalenin yayınlandığı tespit edilmiştir. Bu makaleler içerisinde 7 tanesi Türk yazarlara ait olup ilk makale 2011 yılında yayınlanmıştır.

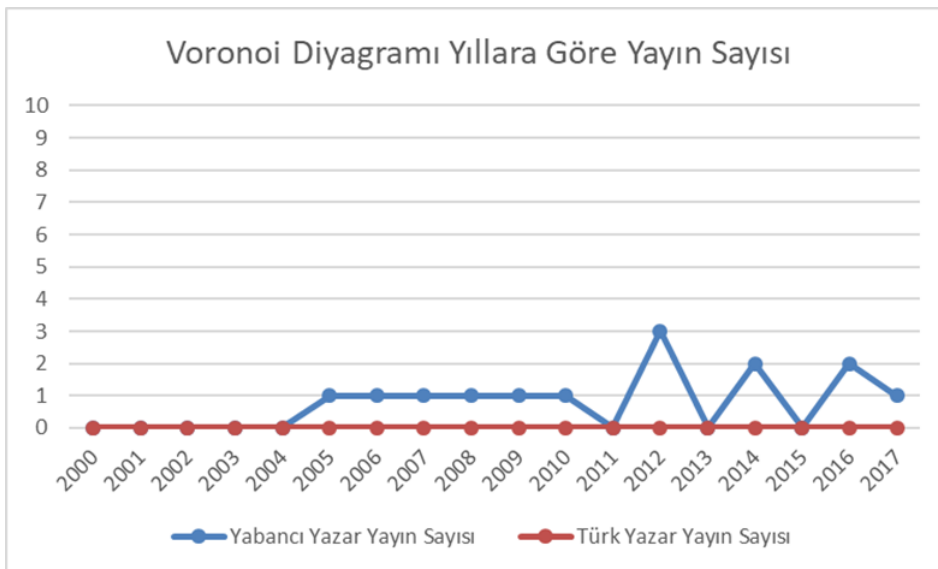


Şekil 3.44: Genetik algoritmalarla ilgili toplam yayının türk-yabancı yazar dağılımı.

Genetik Algoritmalar ile ilgili yayınlanan toplam makale sayısı incelendiğinde Türk yazarların bu alana olan ilgilerinin %6 seviyesinde olduğu anlaşılmaktadır.

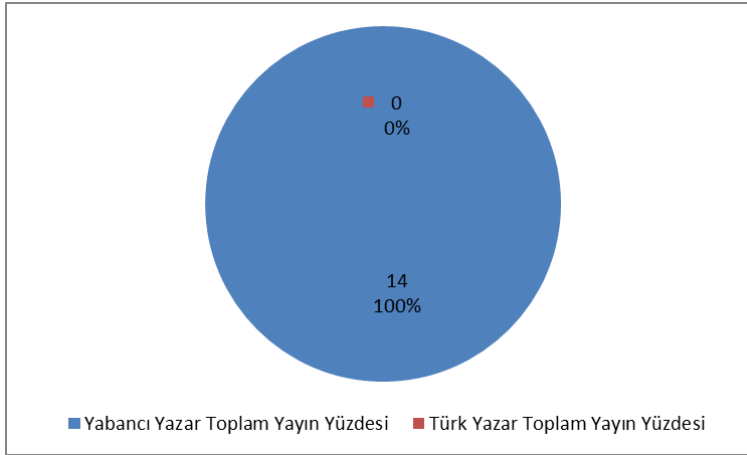
3.1.9 Voronoi Diyagramı

Voronoi Diyagramı ile ilgili araştırma kapsamında örneklem olarak belirlenen ACADIA, ASCAAD, CAAD Futures, CAADRIA, eCAADe ve SIGraDI üzerinden inceleme yapılmıştır. Yapılan inceleme sonucunda her bir indekse ait elde edilen veriler, ayrı ayrı grafiğin oluşturulması için yeterli bulunmadığı için sadece toplam değerlerin grafikleri sunulmuştur.



Şekil 3.45: Voronoi Diyagramı'nın Hesaplamalı Tasarım Alanında Yaşam Döngüsü.

Araştırma kapsamındaki makalelerin yıllara göre dağılımı incelendiğinde, ilk makalenin 2005 yılında yayınlandığı görülmektedir. Buna göre 12 yıllık bir süre zarfında toplam 14 adet makalenin yayınlandığı tespit edilmiştir. Bu makaleler içerisinde Türk yazarlara ait makale bulunmamaktadır.

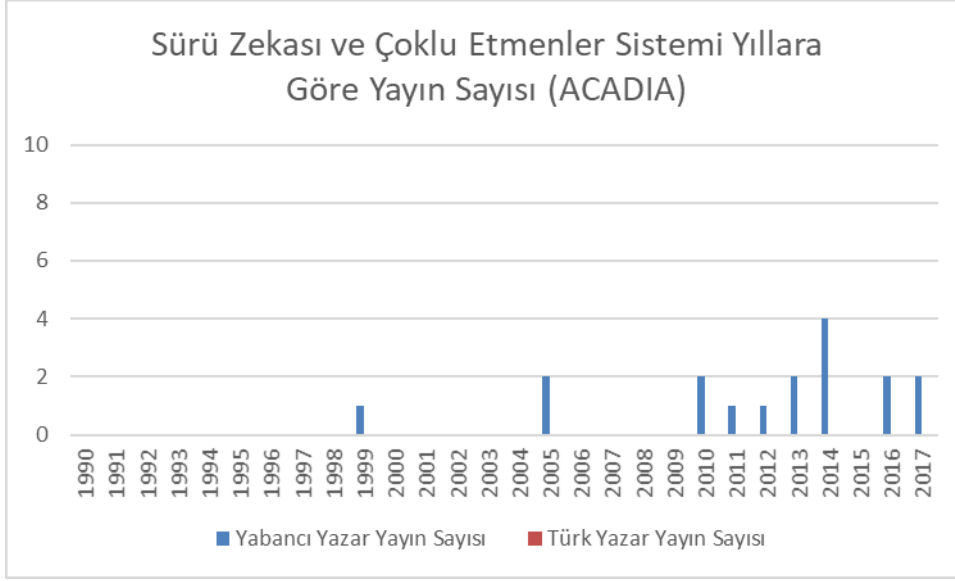


Şekil 3.46: Voronoi Diyaqramı ile ilgili toplam yayın sayısının türk-yabancı yazar dağılımı.

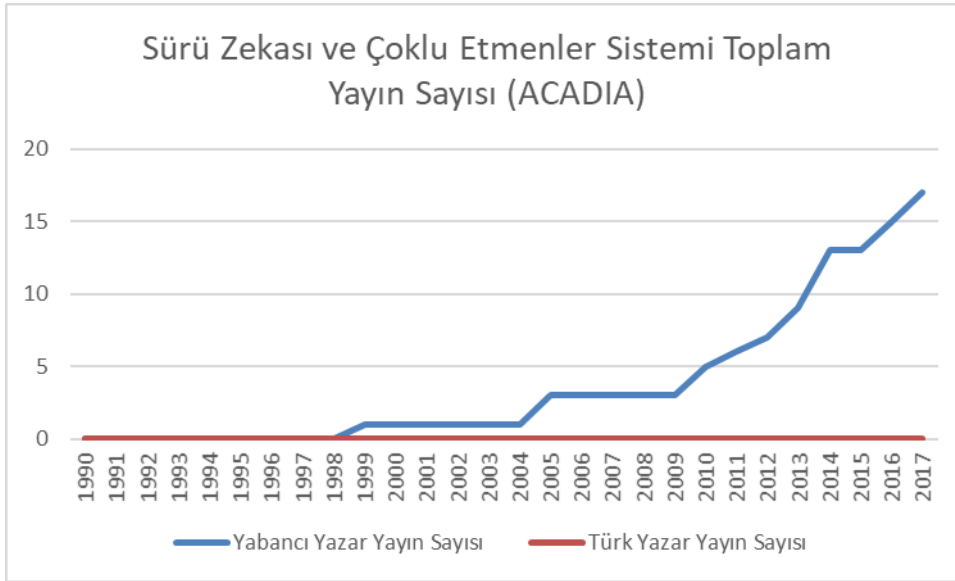
Voronoi Diyaqramı ile ilgili yayınlanan toplam makale sayısı incelendiğinde bu alanda Türk yazarlara ait yayınlanan makale bulunmamaktadır.

3.1.10 Sürü Zekâsı ve Çoklu Etmenler

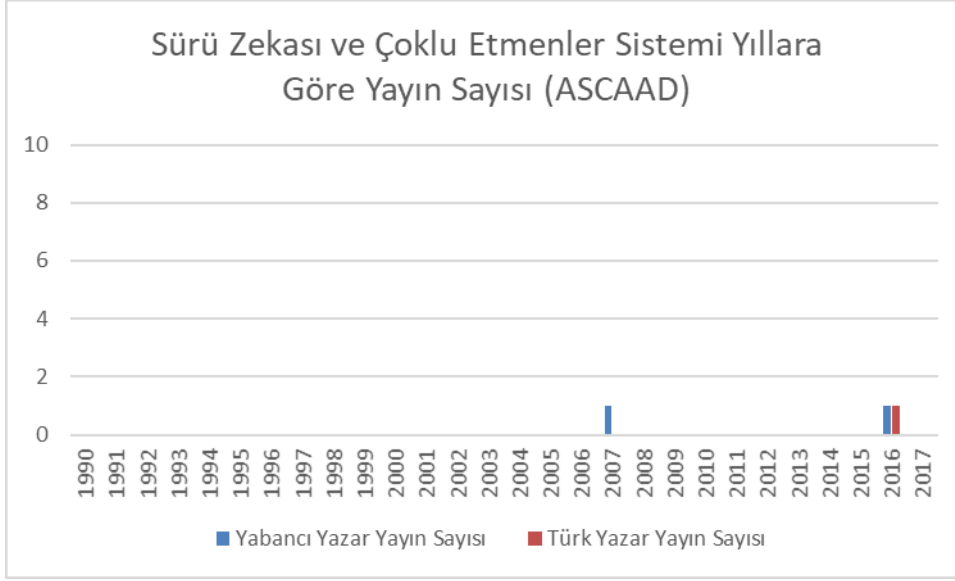
Sürü Zekâsı ve Çoklu Etmenler ile ilgili araştırma kapsamında örneklem olarak belirlenen ACADIA, ASCAAD, CAAD Futures, CAADRIA, eCAADe ve SIGraDI üzerinden inceleme yapılmıştır. Yapılan inceleme sonucunda her bir indekse ait elde edilen veriler, ayrı ayrı grafiğin oluşturulması için yeterli bulunmadığı için sadece toplam değerlerin grafikleri sunulmuştur.



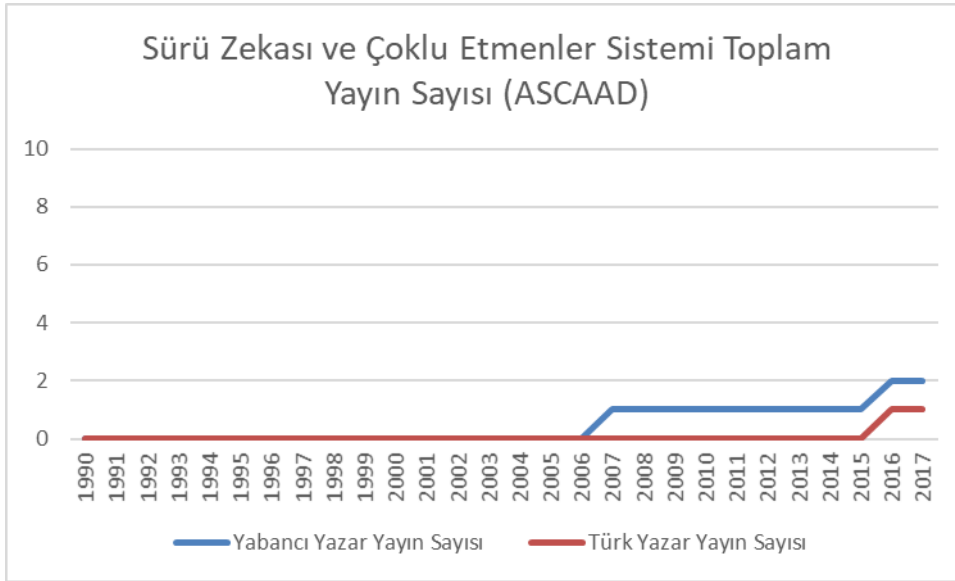
Şekil 3.47: Sürü zekası ve çoklu etmenlerin ACADIA’da yıllara göre yayın sayısı dağılımı.



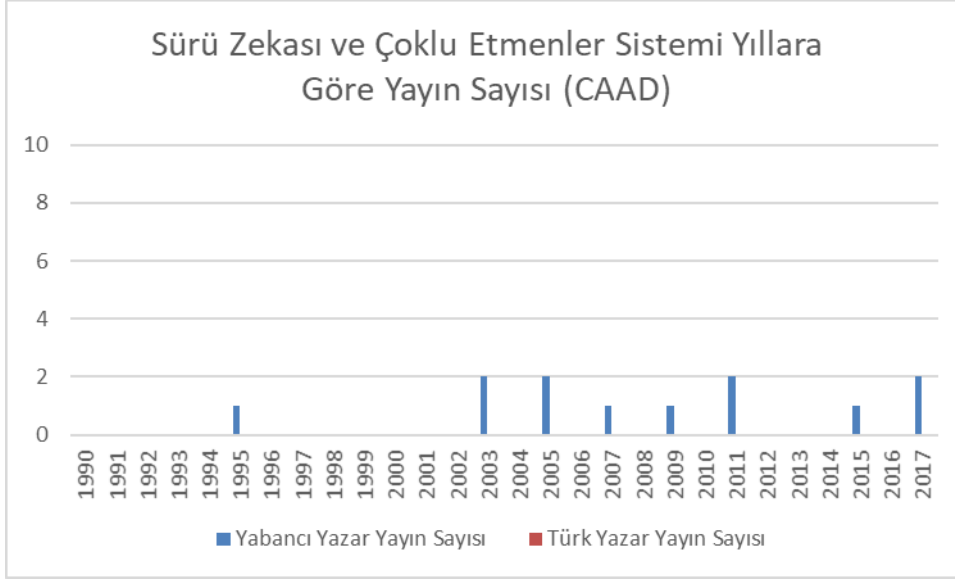
Şekil 3.48: Sürü zekası ve çoklu etmenlerin ACADIA’da toplam yayın sayısı.



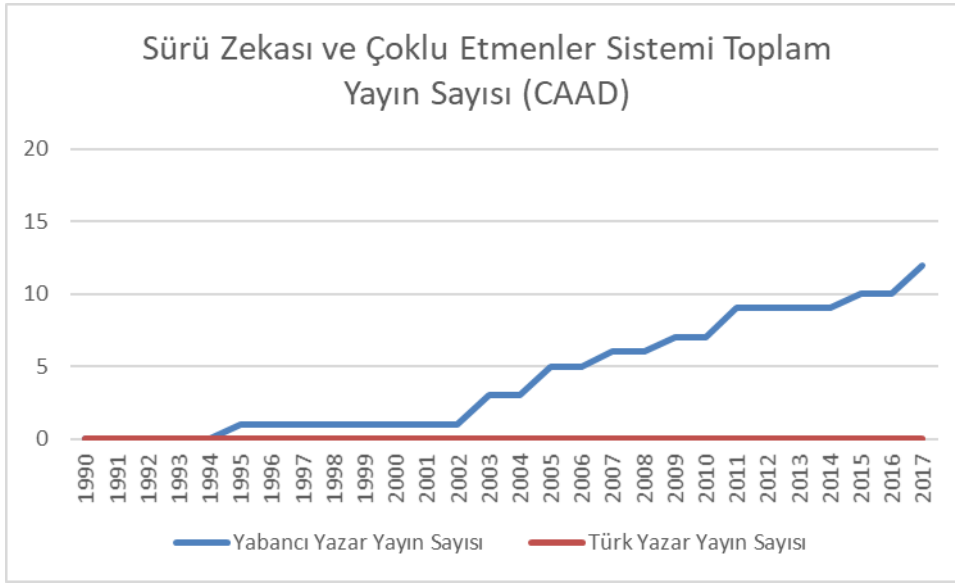
Şekil 3.49: Sürü zekası ve çoklu etmenlerin ASCAAD’da yıllara göre yayın sayısı dağılımı.



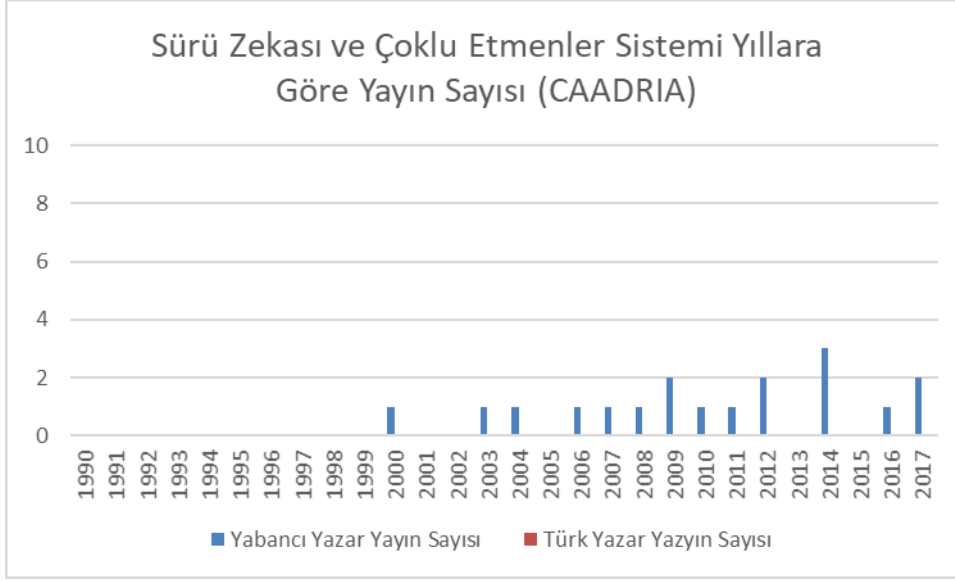
Şekil 3.50: Sürü zekası ve çoklu etmenlerin ASCAAD’da toplam yayın sayısı.



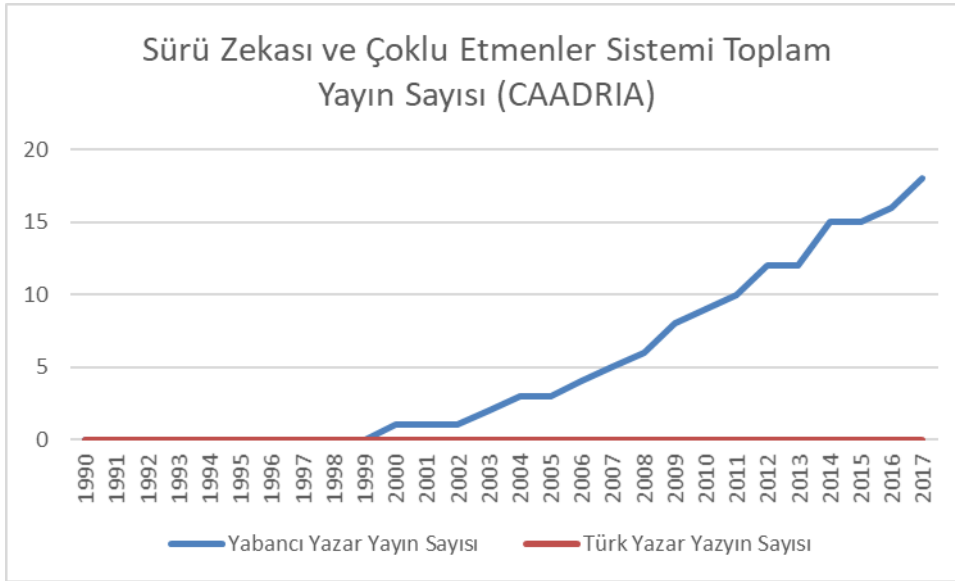
Şekil 3.51: Sürü zekası ve çoklu etmenlerin CAAD’da yıllara göre yayın sayısı dağılımı.



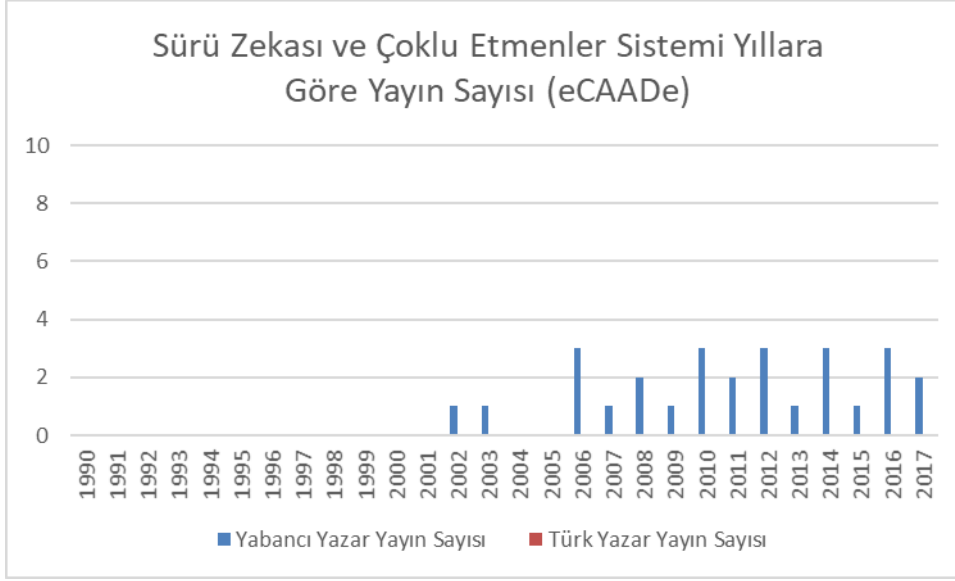
Şekil 3.52: Sürü zekası ve çoklu etmenlerin CAAD’da toplam yayın sayısı.



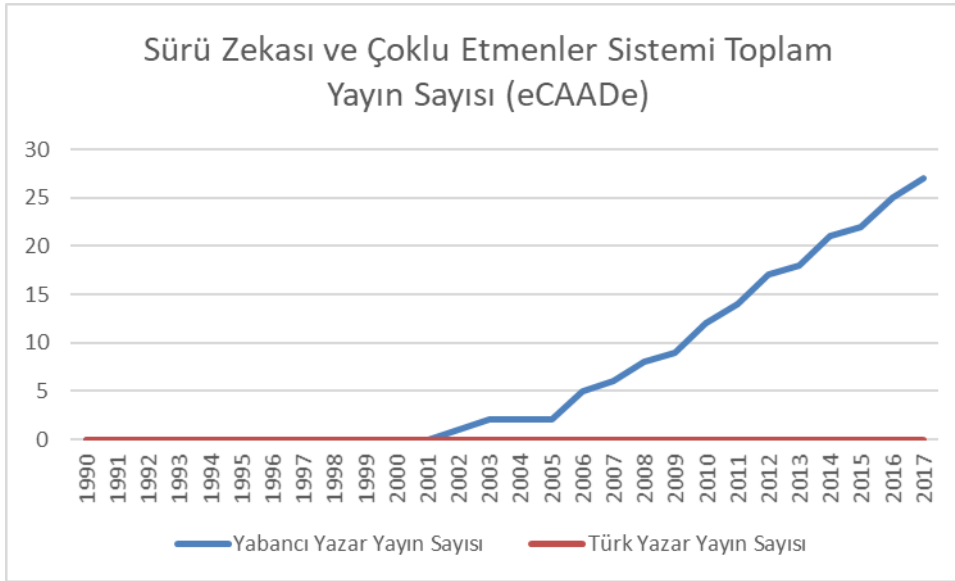
Şekil 3.53: Sürü zekası ve çoklu etmenlerin CAADRIA’da yıllara göre yayın sayısı dağılımı.



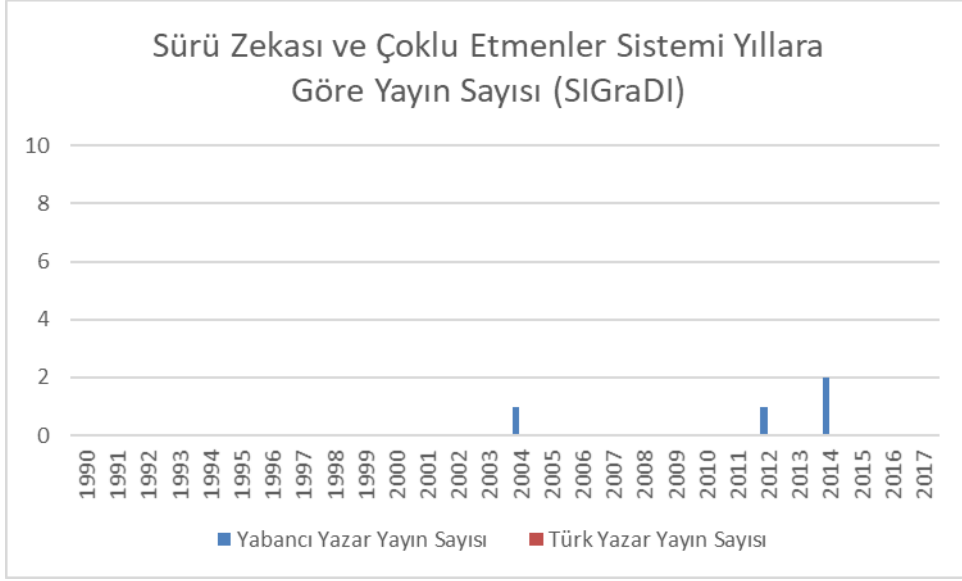
Şekil 3.54: Sürü zekası ve çoklu etmenlerin CAADRIA’da toplam yayın sayısı.



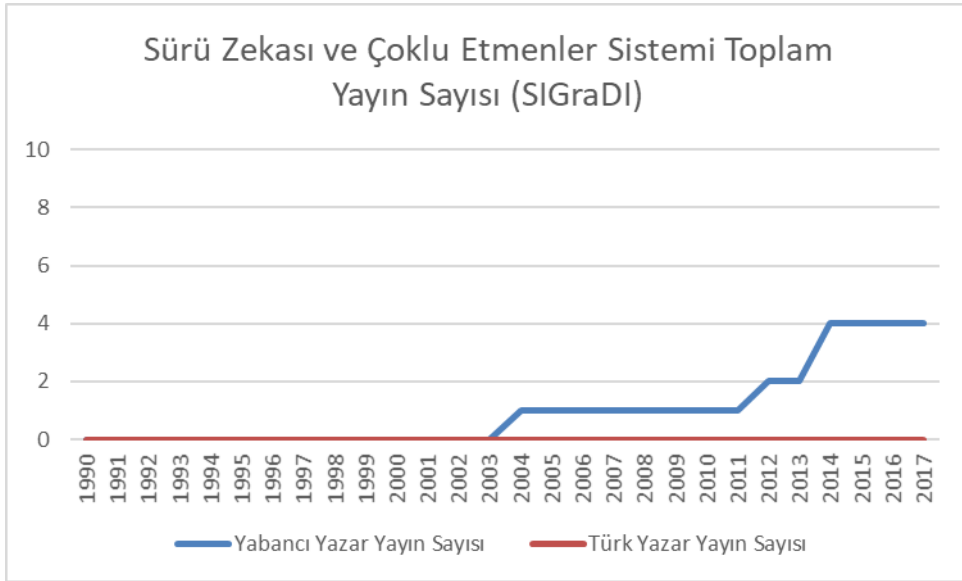
Şekil 3.55: Sürü zekası ve çoklu etmenlerin eCAADe’de yıllara göre yayın sayısı dağılımı.



Şekil 3.56: Sürü zekası ve çoklu etmenlerin eCAADe’de toplam yayın sayısı.



Şekil 3.57: Sürü zekası ve çoklu etmenlerin SIGraDI’da yıllara göre yayın sayısı dağılımı.

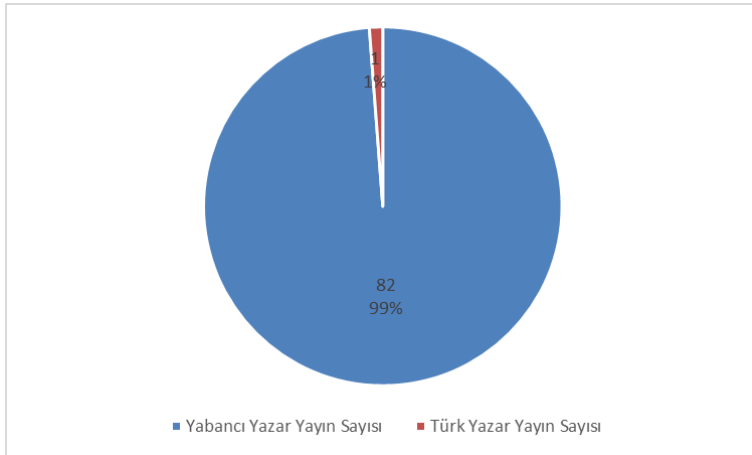


Şekil 3.58: Sürü zekası ve çoklu etmenlerin SIGraDI’da toplam yayın sayısı.



Şekil 3.59: Sürü zekası ve çoklu etmenlerin hesaplamalı tasarım alanında yaşam döngüsü.

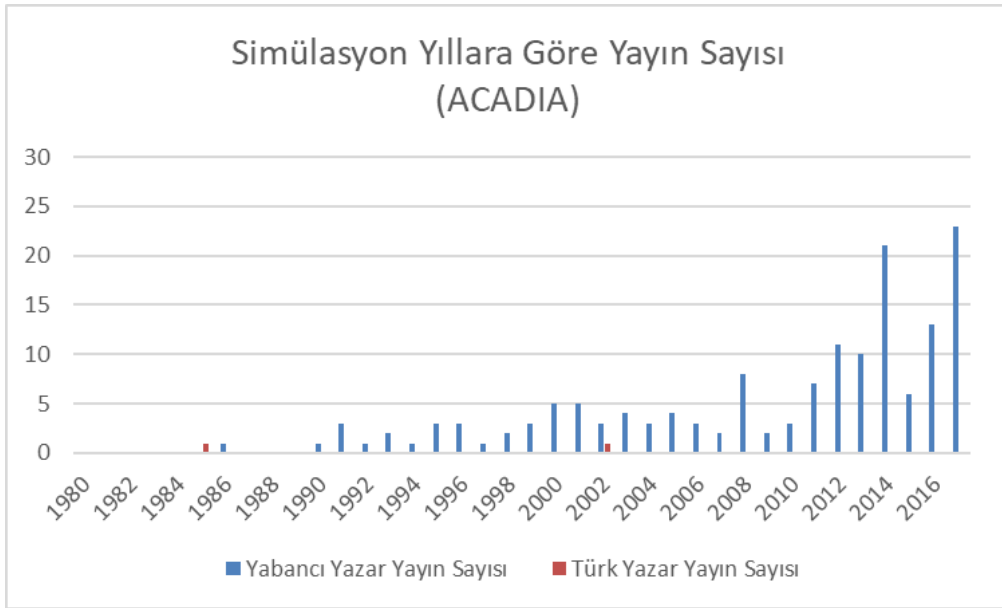
Araştırma kapsamındaki makalelerin yıllara göre dağılımı incelendiğinde, ilk makalenin 1995 yılında yayınlandığı görülmektedir. Alan ile ilgili yapılan çalışmaların 2000'li yıllardan sonra artmaya başladığı ve 2014 yılında en fazla yayının yapıldığı gözlenmiştir. Buna göre 22 yıllık bir süre zarfında toplam 83 adet makalenin yayınlandığı tespit edilmiştir. Bu makaleler içerisinde 1 tanesi Türk yazarlara ait olup ilk makale 2016 yılında yayınlanmıştır.



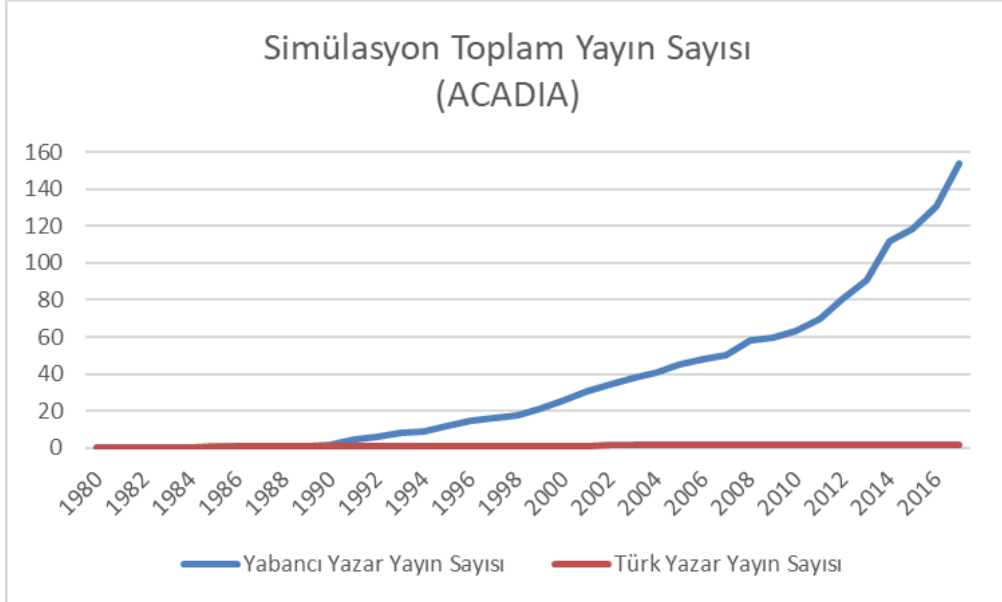
Şekil 3.60: Sürü zekası ve çoklu etmenler ile ilgili toplam yayın sayısının türk-yabancı yazar dağılımı.

Sürü zekası ve çoklu etmenler ile ilgili yayınlanan toplam makale sayısı incelendiğinde Türk yazarların bu alana olan ilgilerinin %1 seviyesinde olduğu anlaşılmaktadır.

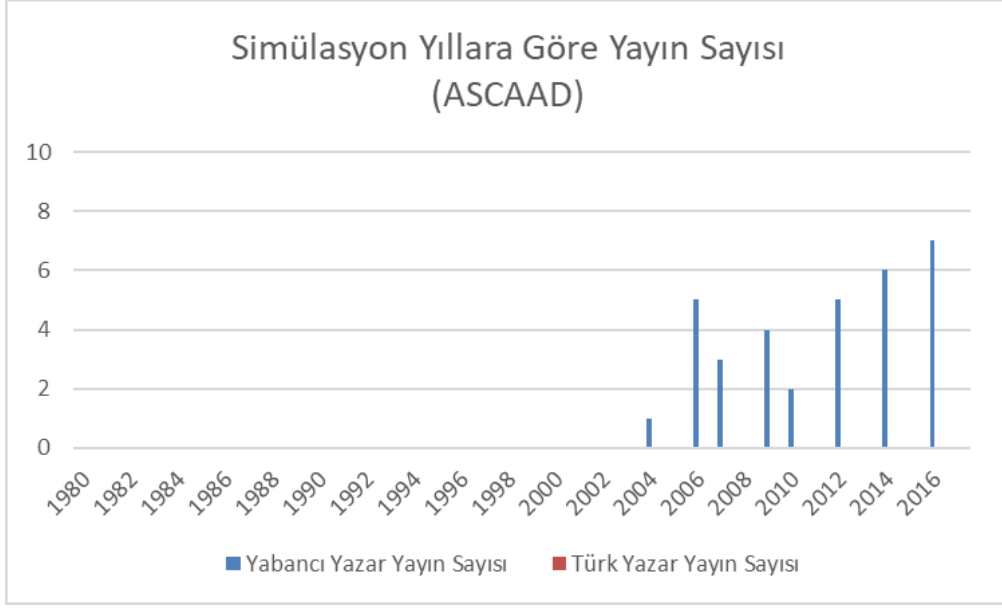
3.1.11 Simülasyona Dayalı Tasarım



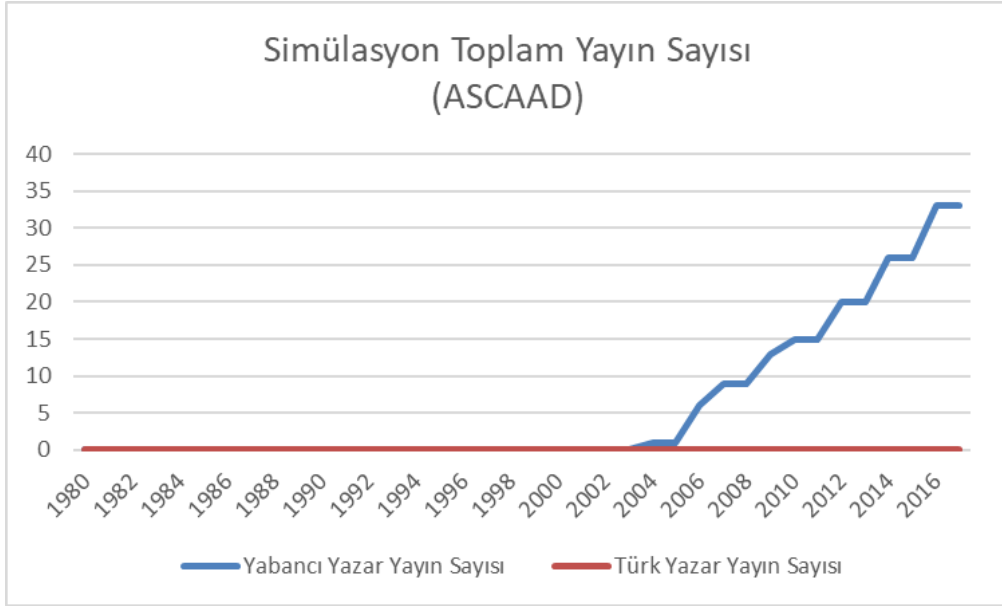
Şekil 3.61: Simülasyona dayalı tasarımın ACADIA'da yıllara göre yayın sayısı dağılımı.



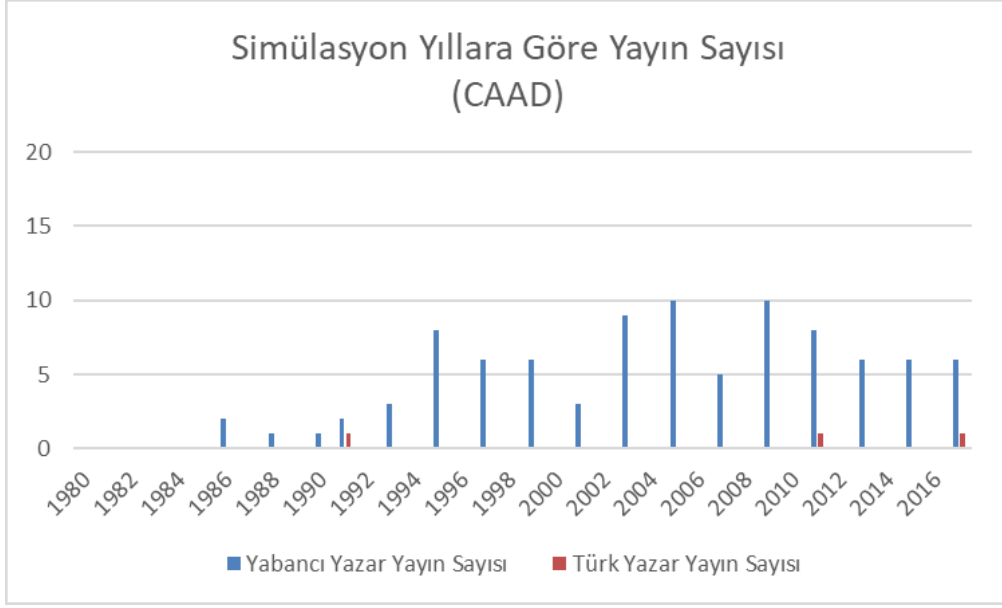
Şekil 3.62: Simülasyona dayalı tasarımın ACADIA'da toplam yayın sayısı.



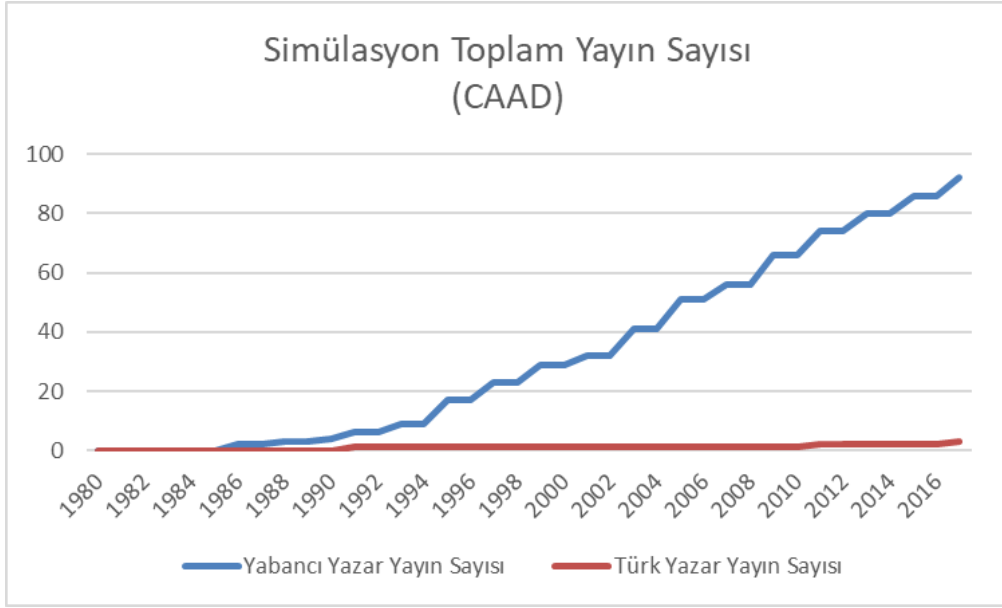
Şekil 3.63: Simülasyona dayalı tasarımın ASCAAD’da yıllara göre yayın sayısı dağılımı.



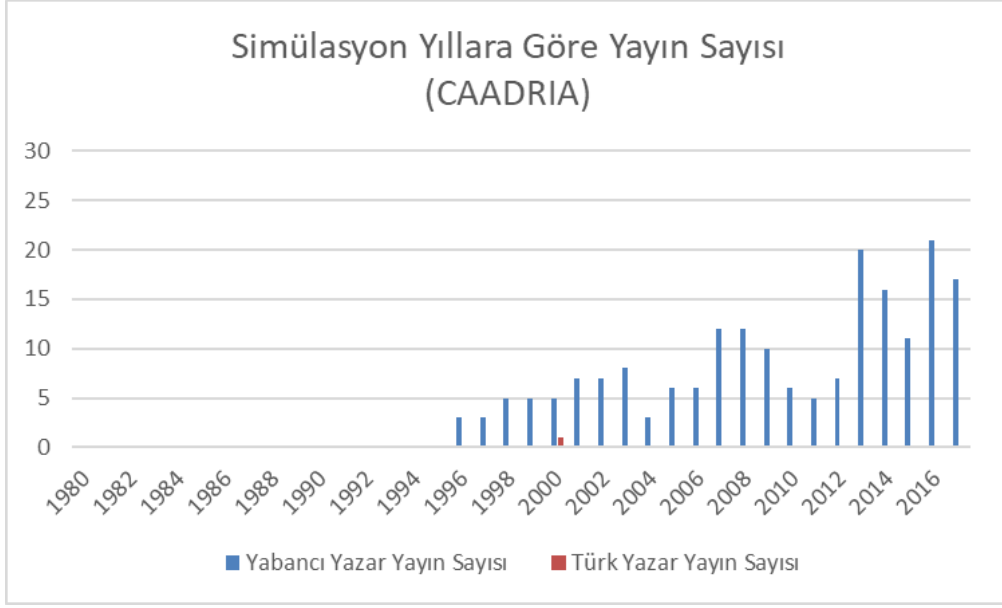
Şekil 3.64: Simülasyona dayalı tasarımın ACADIA’da toplam yayın sayısı.



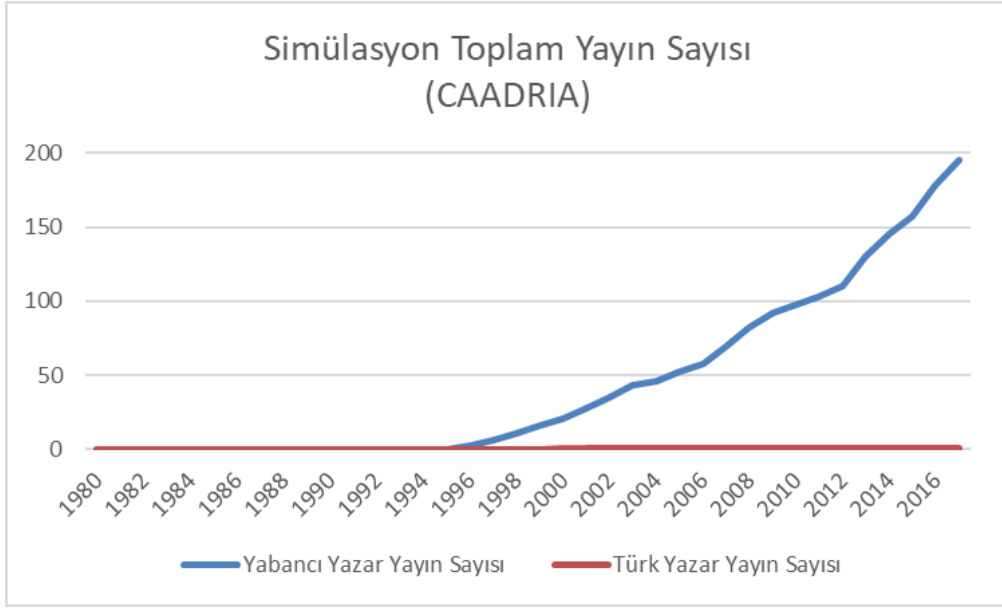
Şekil 3.65: Simülasyona dayalı tasarımın CAAD’da yıllara göre yayın sayısı dağılımı.



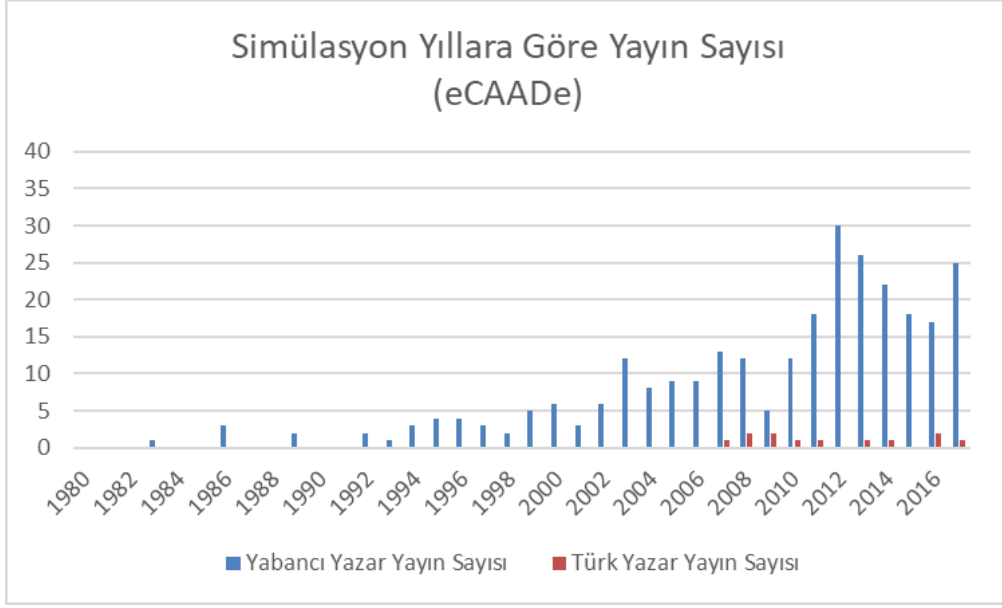
Şekil 3.66: Simülasyona dayalı tasarımın ACADIA’da toplam yayın sayısı dağılımı.



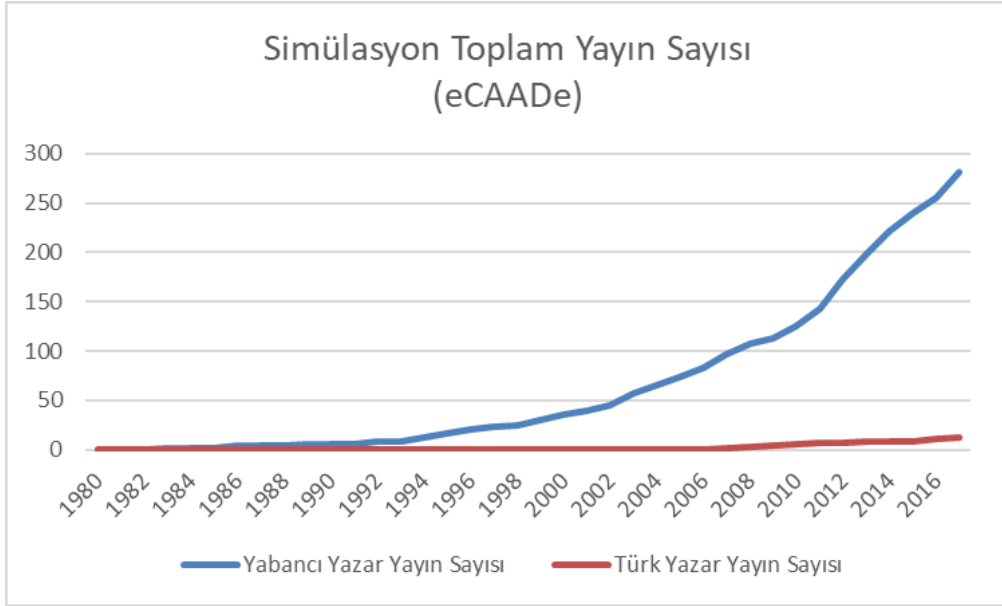
Şekil 3.67: Simülasyona dayalı tasarımın CAADRIA’da yıllara göre yayın sayısı dağılımı.



Şekil 3.68: Simülasyona dayalı tasarımın CAADRIA’da toplam yayın sayısı.



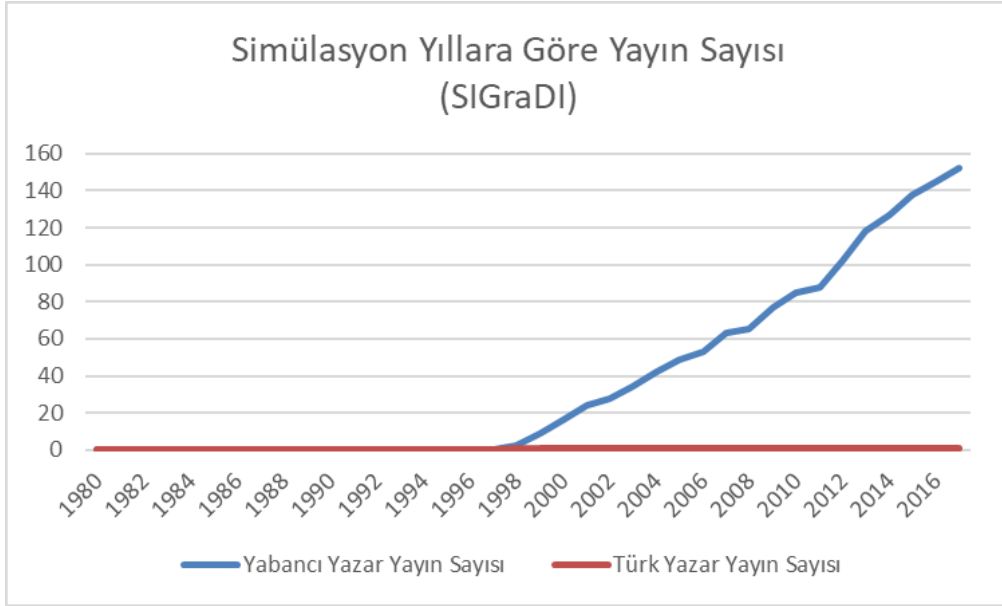
Şekil 3.69: Simülasyona dayalı tasarımın eCAADe’de yıllara göre yayın sayısı dağılımı.



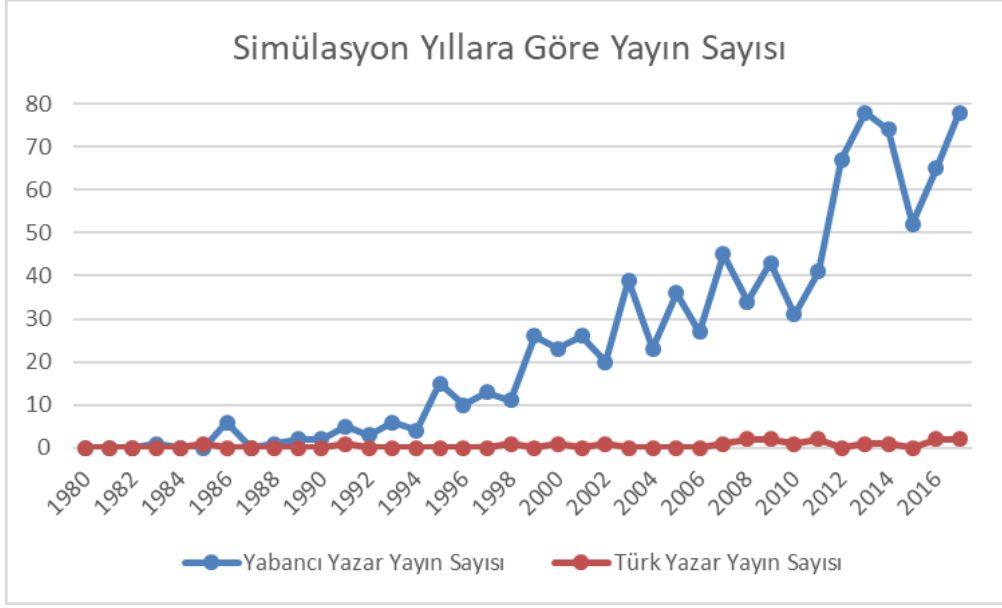
Şekil 3.70: Simülasyona dayalı tasarımın eCAADe’de toplam yayın sayısı.



Şekil 3.71: Simülasyona dayalı tasarımın SIGraDI’da yıllara göre yayın sayısı dağılımı.

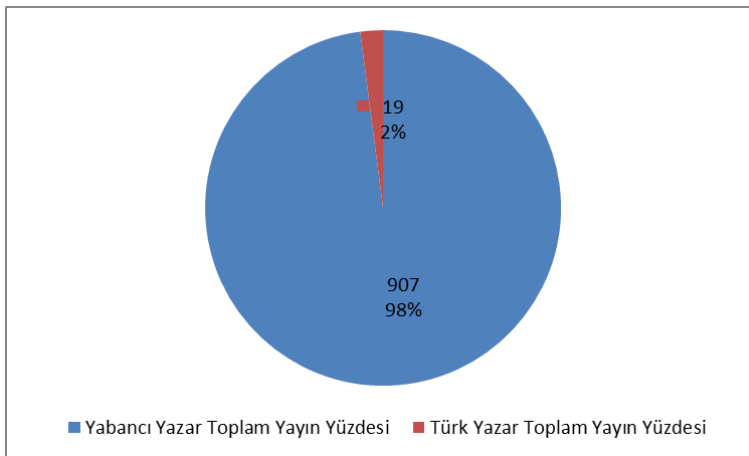


Şekil 3.72: Simülasyona dayalı tasarımın SIGraDI’da toplam yayın sayısı.



Şekil 3.73: Simülasyona dayalı tasarımın hesaplamalı tasarım alanında yaşam döngüsü.

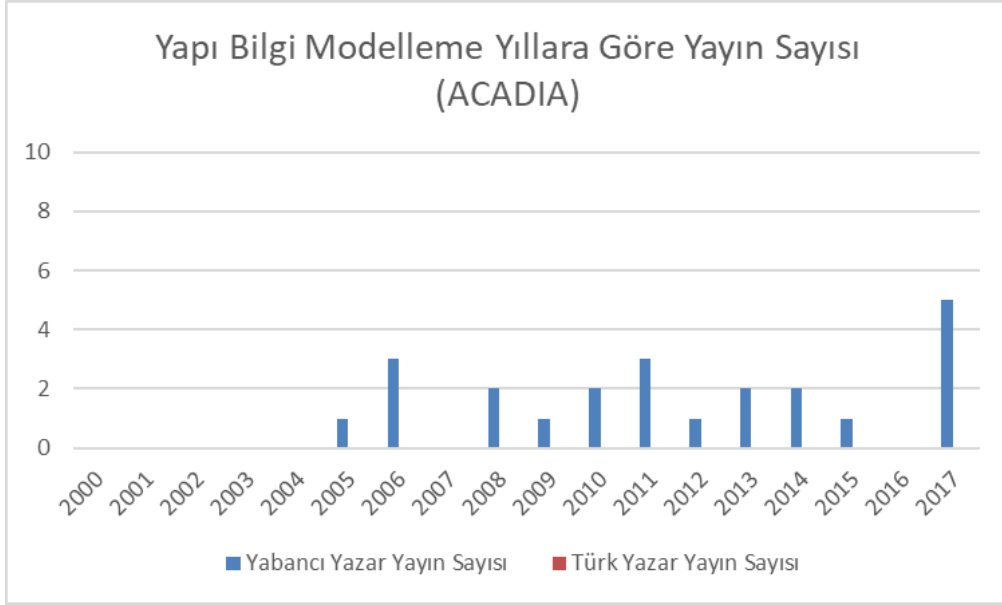
Araştırma kapsamındaki makalelerin yıllara göre dağılımı incelendiğinde, ilk makalenin 1983 yılında yayınlandığı görülmektedir. Alan ile ilgili yapılan çalışmaların 1988 yılında nispeten artış gösterdiği, 1995 yılından sonra ilginin giderek artmaya başladığı ve 2013, 2017 yıllarında ise 78 makale ile en fazla yayının yapıldığı gözlenmiştir. Buna göre 34 yıllık bir süre zarfında toplam 926 adet makalenin yayınlandığı tespit edilmiştir. Bu makaleler içerisinde 12 tanesi Türk yazarlara ait olup ilk makale 1985 yılında yayınlanmıştır. Türklerin bu alandaki ilgisi 2007 yılından sonra artmıştır.



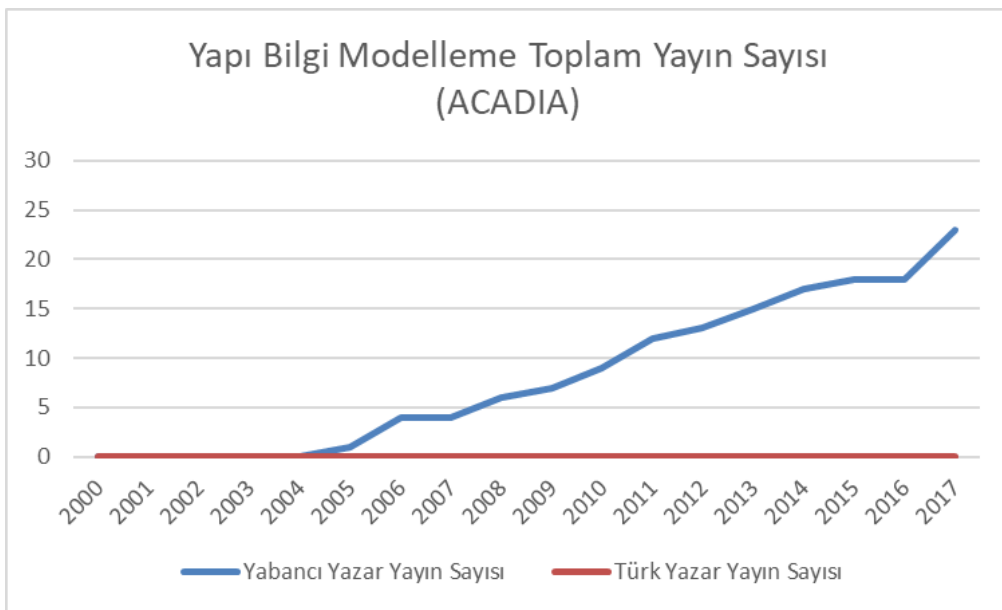
Şekil 3.74: Simülasyona dayalı tasarım ile ilgili toplam yayın sayısının türk-yabancı yazar dağılımı.

Simülasyona Dayalı Tasarım ile ilgili yayınlanan toplam makale sayısı incelendiğinde Türk yazarların bu alana olan ilgilerinin %2 seviyesinde olduğu anlaşılmaktadır.

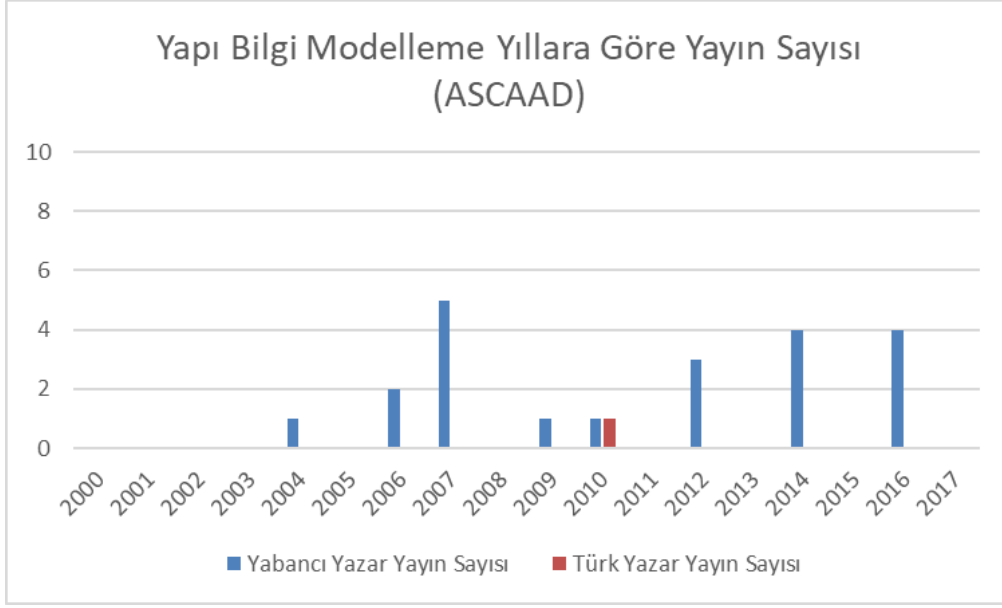
3.1.12 Yapı Bilgi Modelleme (BIM)



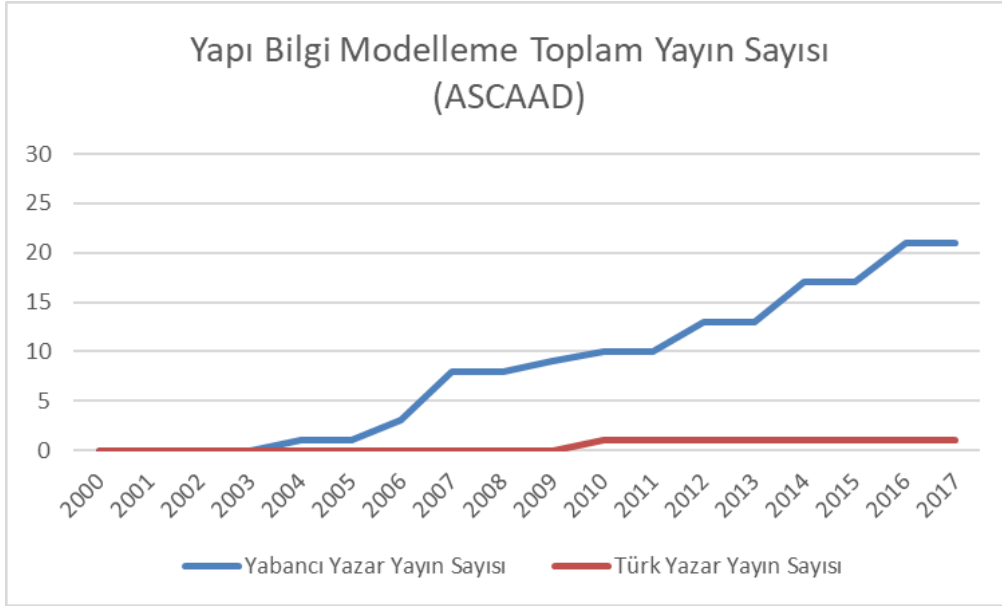
Şekil 3.75: Yapı Bilgi Modelleme'nin ACADIA'da yıllara göre yayın sayısı dağılımı.



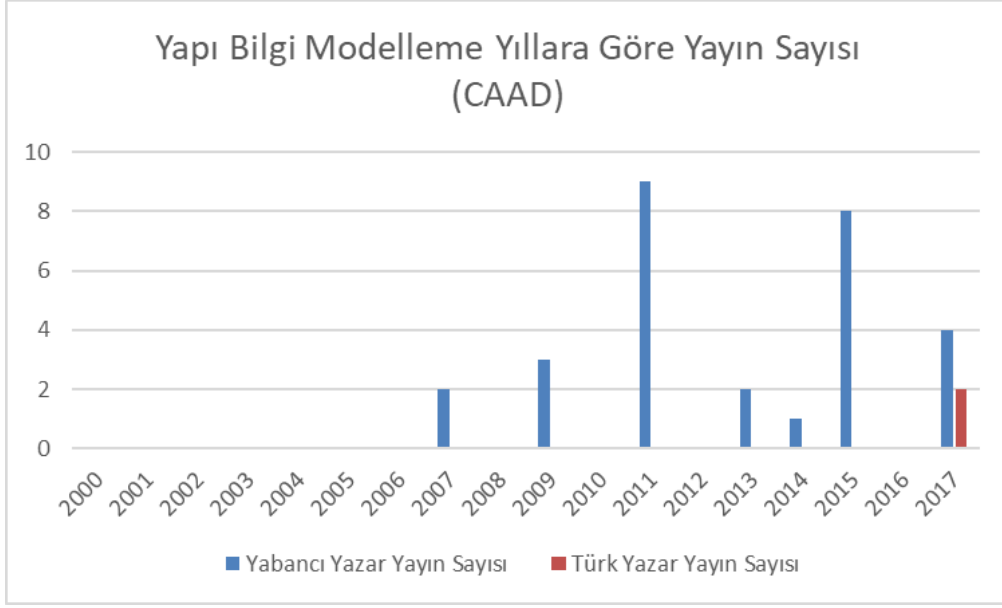
Şekil 3.76: Yapı Bilgi Modelleme'nin ACADIA'da toplam yayın sayısı.



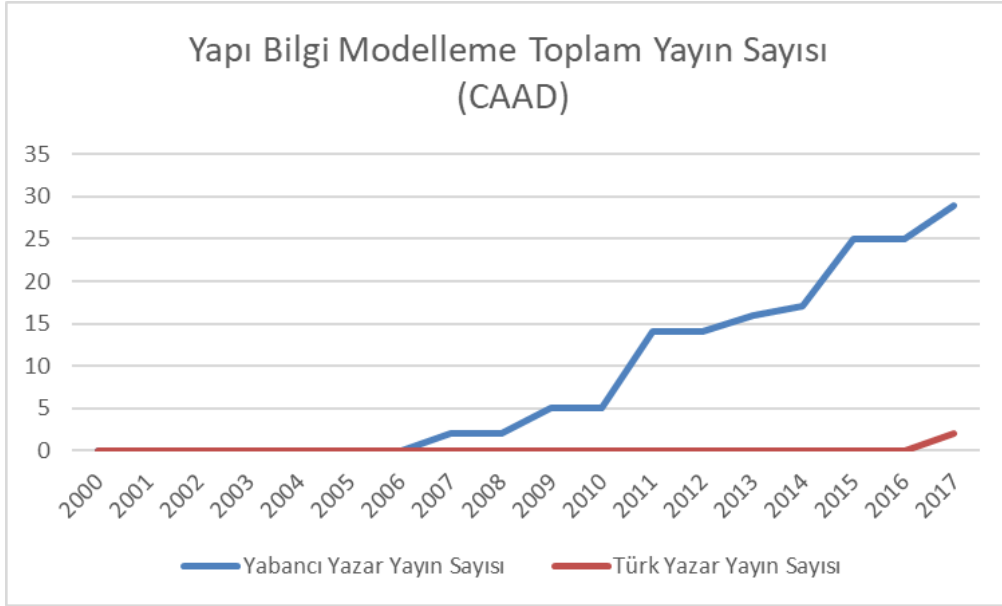
Şekil 3.77: Yapı Bilgi Modelleme'nin ASCAAD'da yıllara göre yayın sayısı dağılımı.



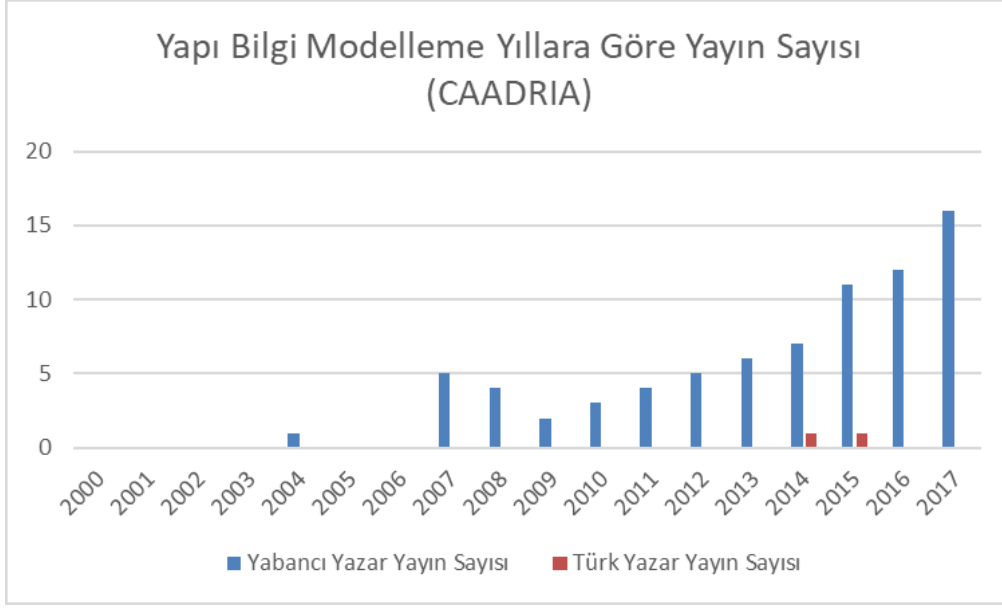
Şekil 3.78: Yapı Bilgi Modelleme'nin ASCAAD'da toplam yayın sayısı.



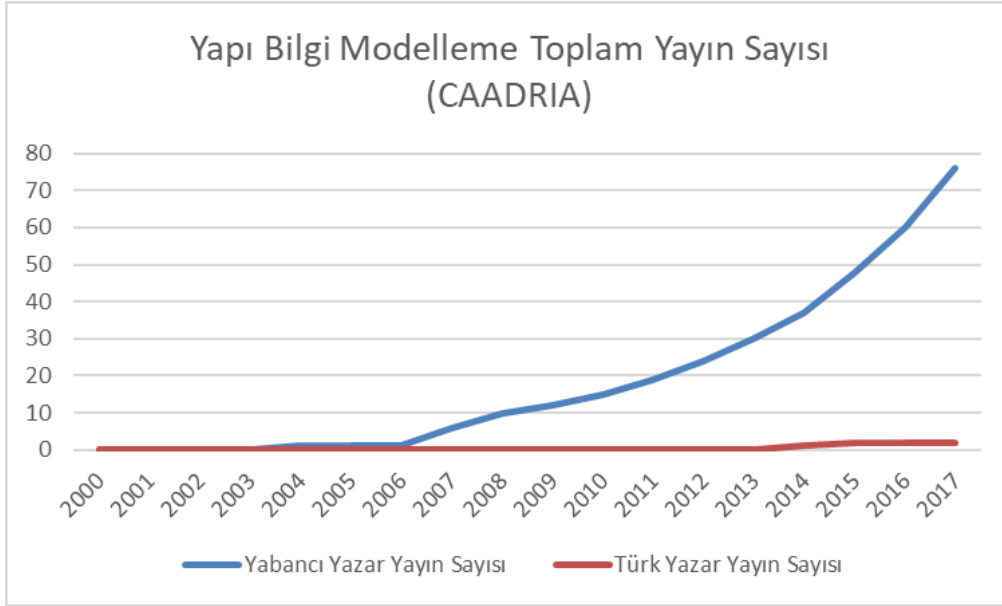
Şekil 3.79: Yapı Bilgi Modelleme'nin CAAD'da yıllara göre yayın sayısı dağılımı.



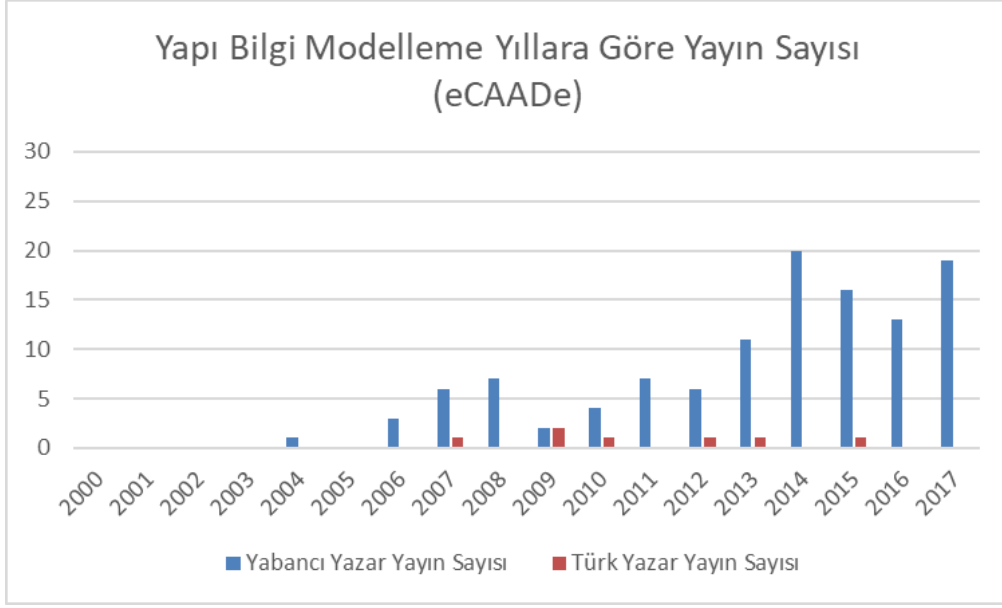
Şekil 3.80: Yapı Bilgi Modelleme'nin CAAD'da toplam yayın sayısı.



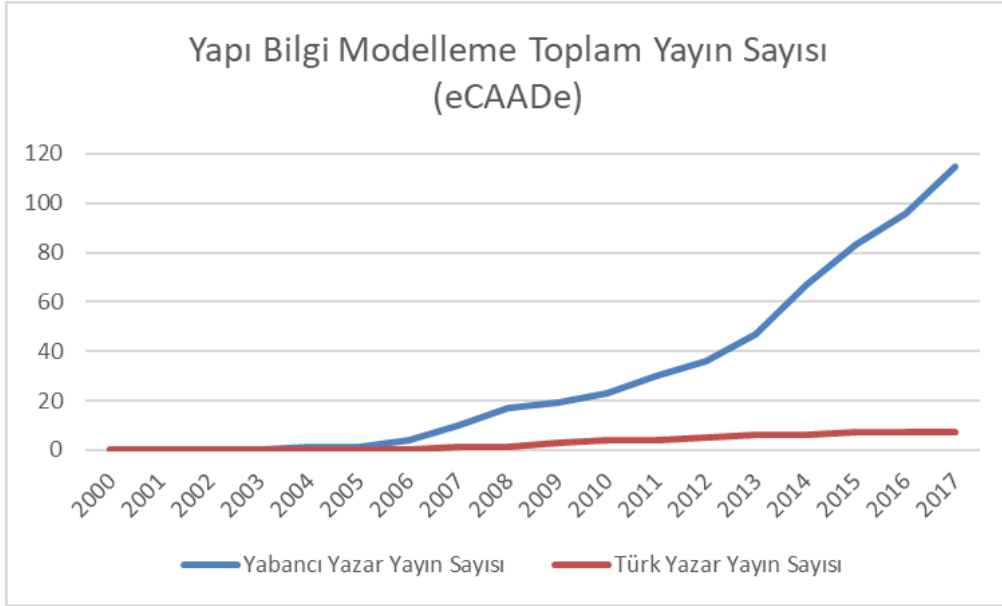
Şekil 3.81: Yapı Bilgi Modelleme'nin CAADRIA'da yıllara göre yayın sayısı dağılımı.



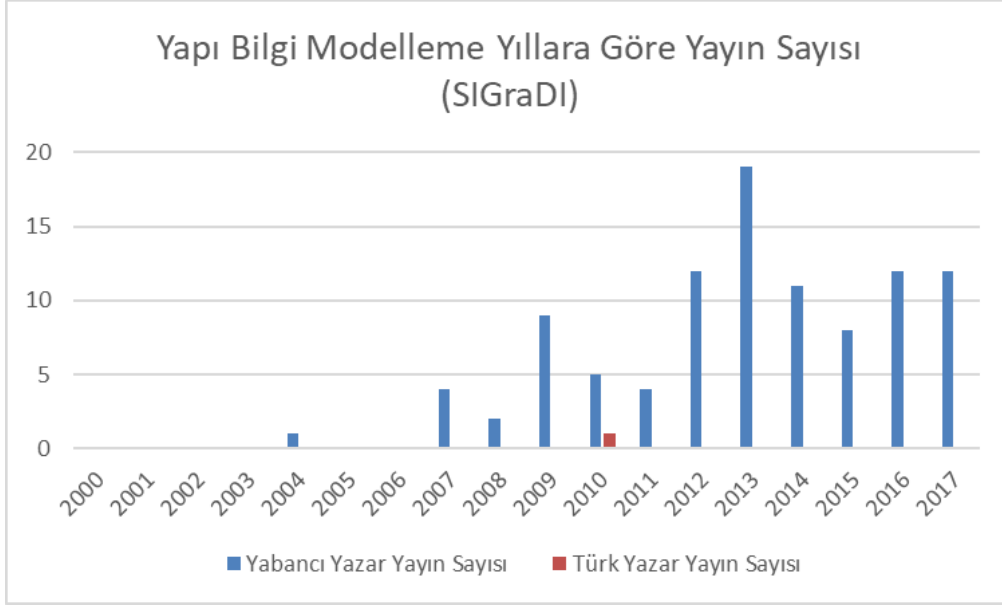
Şekil 3.82: Yapı Bilgi Modelleme'nin CAADRIA'da toplam yayın sayısı.



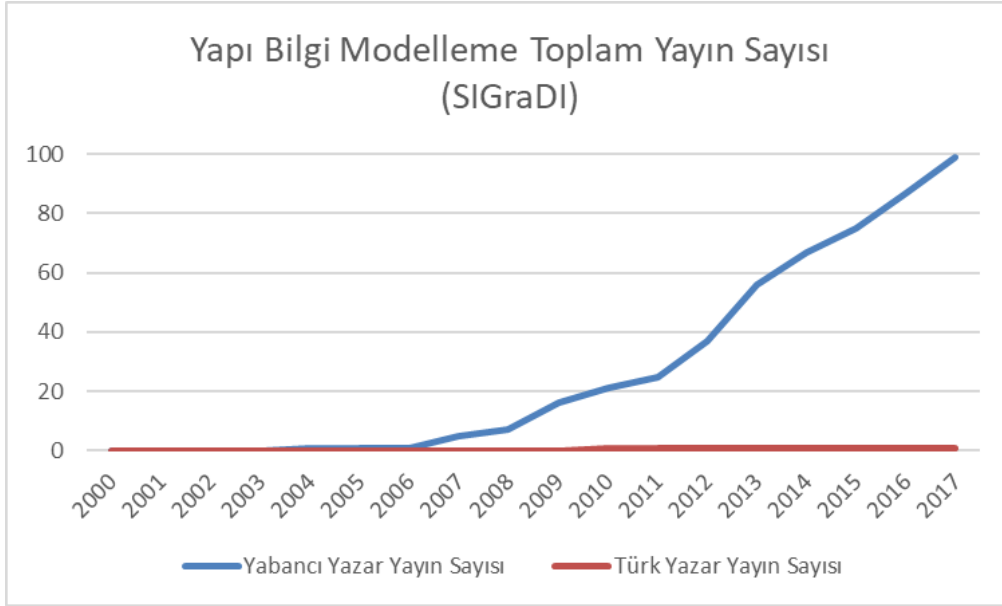
Şekil 3.83: Yapı Bilgi Modelleme'nin eCAADe'de yıllara göre yayın sayısı dağılımı.



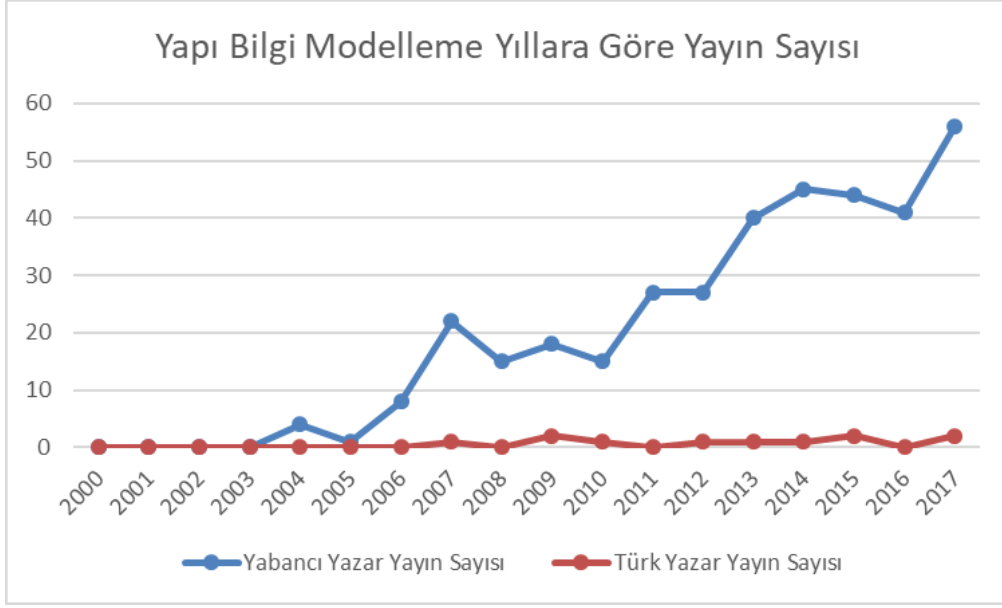
Şekil 3.84: Yapı Bilgi Modelleme'nin eCAADe'de toplam yayın sayısı.



Şekil 3.85: Yapı Bilgi Modelleme'nin SIGraDI'da yıllara göre yayın sayısı dağılımı.

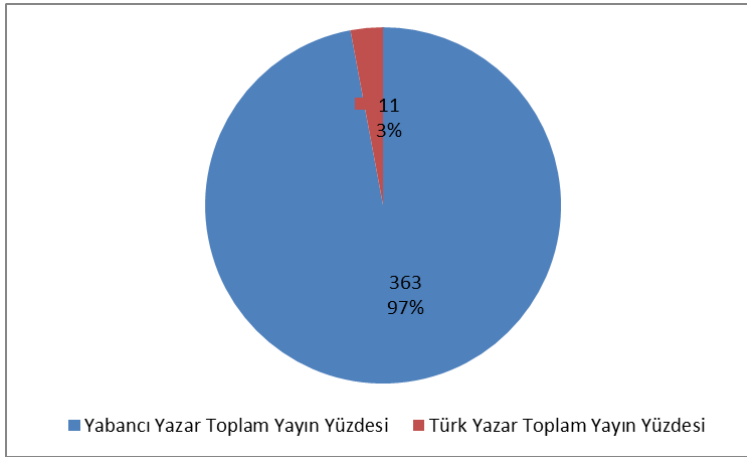


Şekil 3.86: Yapı Bilgi Modelleme'nin SIGraDI'da toplam yayın sayısı.



Şekil 3.87: Yapı Bilgi Modelleme'nin hesaplamalı tasarım alanındaki yaşam döngüsü.

Araştırma kapsamındaki makalelerin yıllara göre dağılımı incelendiğinde, ilk makalenin 2004 yılında yayınlandığı görülmektedir. Alan ile ilgili yapılan çalışmaların 2006 yılından sonra ilginin giderek artmaya başladığı ve 2017 yılında 56 makale ile en fazla yayının yapıldığı gözlenmiştir. Buna göre 13 yıllık bir süre zarfında toplam 374 adet makalenin yayınlandığı tespit edilmiştir. Bu makaleler içerisinde 11 tanesi Türk yazarlara ait olup ilk makale 2007 yılında yayınlanmıştır.



Şekil 3.88: Yapı Bilgi Modelleme ile ilgili toplam yayın sayısının türk-yabancı yazar dağılımı.

Yapı Bilgi Modelleme ile ilgili yayınlanan toplam makale sayısı incelendiğinde Türk yazarların bu alana olan ilgilerinin %3 seviyesinde olduğu anlaşılmaktadır.

3.2 İçerik Analizinden Elde Edilen Veriler

İçerik Analizi Yöntemi ile Bibliyometrik Analiz Yöntemi sonucunda en fazla yayın sayısına sahip 4 tasarım yöntemi değerlendirilmiştir. CUMINCAD üzerinden taranan kavramlar incelenirken yayınların sadece **İngilizce özetleri** ele alınarak **Microsoft Excel** programında oluşturulan tablo yardımıyla yazarların söylevlerinin yıllara göre dağılımı elde edilmiştir (Oluşturulan tablo EK B’de verilmiştir.). İngilizce özetleri incelenen yayınlarda araştırmacı söylevlerinin hangi aşamada olduğunu belirlerken değerlendirilen cümle yapılarına, Biçim Grameri örneği üzerinden bakıldığında saptanan söylevlere aşağıdaki cümleleri örnek olarak verebiliriz.

Çözüm söylevine örnek;

“...An appropriate set of these encoded transformations may represent a body of syntactic knowledge about an architectural style. This opens up the exciting possibility of a computational implementation of a shape grammar.”

“...This paper demonstrates how design problems can be solved by combining a shape grammar to generate alternatives with standard engineering analysis procedures to test them. It provides a detailed worked example, and discusses practical applications of the idea in design teaching.”

Her iki çalışmada da ortaya konulan bir problemin çözümü noktasında biçim grameri yöntemi önerildiği için bu çalışmalardaki söylevler çözüm söylevi kapsamında değerlendirilmiştir.

Sürü söylevine örnek;

“...This paper presents an analysis of Jardim São Francisco, a lowincome housing development in São Paulo, Brazil, using shape grammar as an analytical method.”

“...The present paper describes the design process of a new prototypical building for the State University of Campinas, with the use of shape schemata and rules.”

Her iki çalışmada da biçim grameri yönteminin farklı alanlardaki uygulanabilirliği test edildiği için bu çalışmalardaki söylevler sürü söylevi kapsamında değerlendirilmiştir.

Sürdürme söylevine örnek;

“...The ongoing research project called “Emerg.cities4all” is focused on the development of a generative computer-aided planning support system for cities and housing to low-income populations, using a descriptive method as the Shape Grammars and based on multi-agent rule-based system. The goal is to develop a system that could reveal the cultural, social and spatial dynamics involved in the genesis of informal settlements (favelas, musseques and caniços) and use it to generate contemporary humanized urban morphologies.”

“...We present a shape grammar plug-in for Grasshopper that allows shapes and shape rules to be defined in a parametric manner, even if the rule matching mechanism does not support parametric rules. The plug-in supports shape emergence and provides support for visually enumerating rule applications. We reflect on the interaction between parametric or associative modelling and rule-based generation within the context of using this plug-in.”

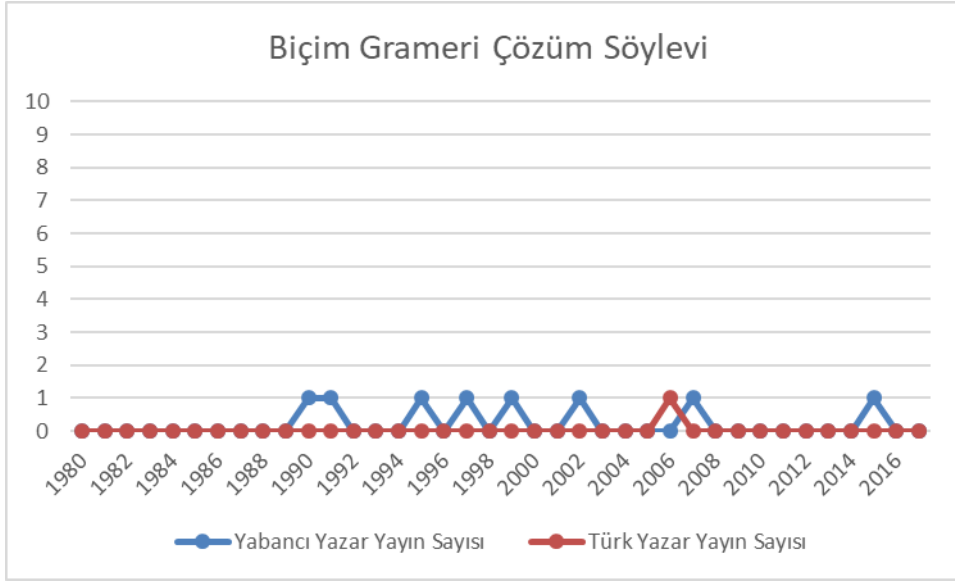
Her iki çalışmada da biçim grameri yönteminin kullanılmasının gerekliliğine vurgu yapılarak olası farklı yöntemlerle birleştirilebileceği ifade edildiği için bu çalışmalardaki söylevler sürdürme söylevi kapsamında değerlendirilmiştir.

Reddetme ve sörf yapma söylevine örnek;

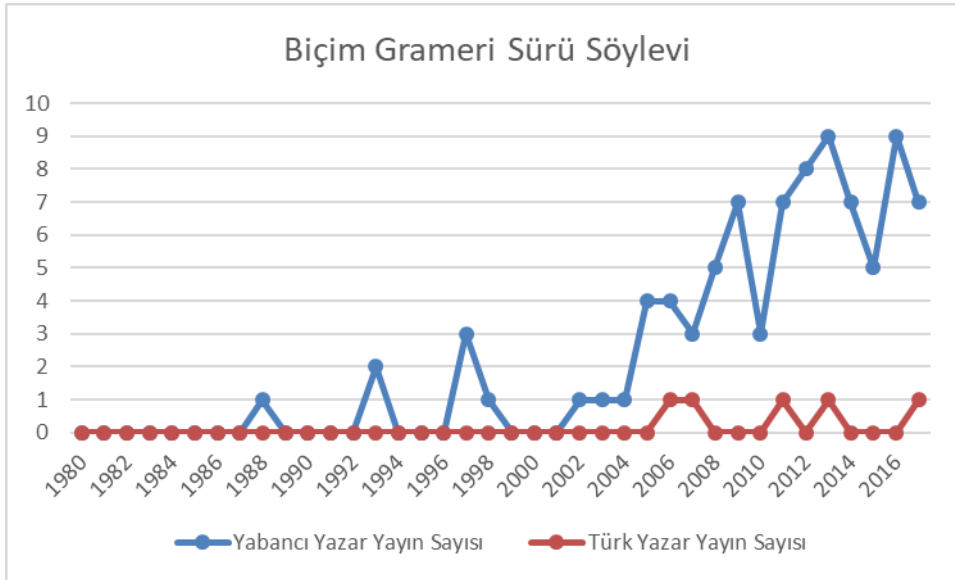
“...In this way, the program advances on the appropriation of new concepts which surround the investigations on architectural design processes, such as the concept of shape grammar.”

Biçim grameri ile ilgili yeterliliğin sorgulandığı, yeni yöntemlerin önerilerek bu yöntemlerin potansiyellerinin test edilmesine vurgu yapıldığı için çalışmadaki söylevler reddetme ve sörf yapma söylevi kapsamında değerlendirilmiştir.

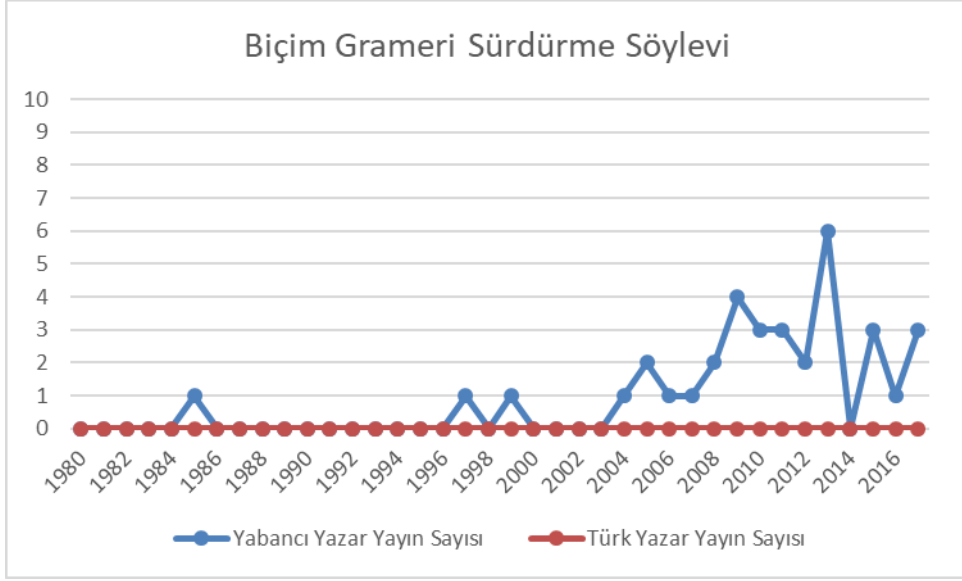
3.2.1 Biçim Gramerleri



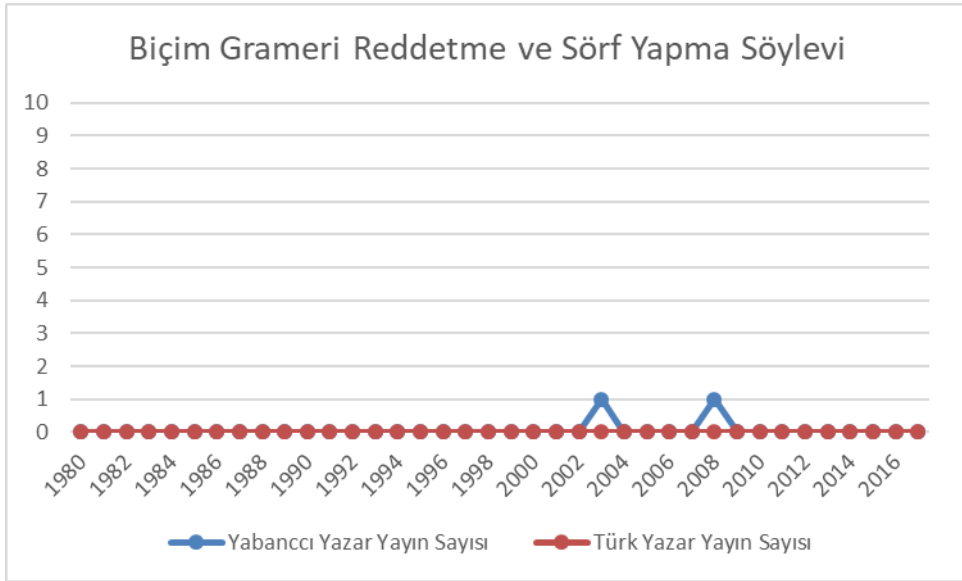
Şekil 3.89: Biçim gramerleri yayınlarının çözüm söylevi.



Şekil 3.90: Biçim gramerleri yayınlarının sürü söylevi.

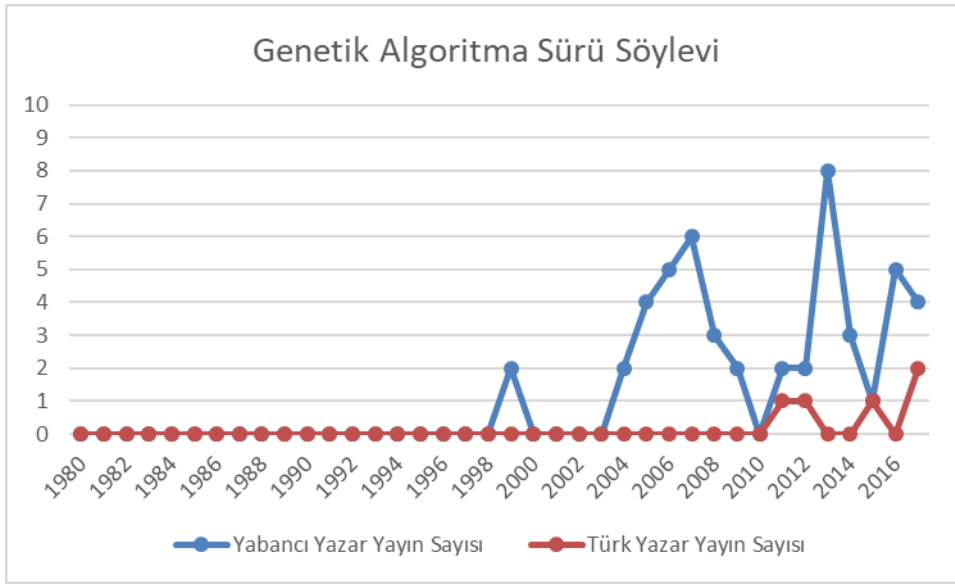


Şekil 3.91: Biçim gramerleri yayınlarının sürdürme söylevi.

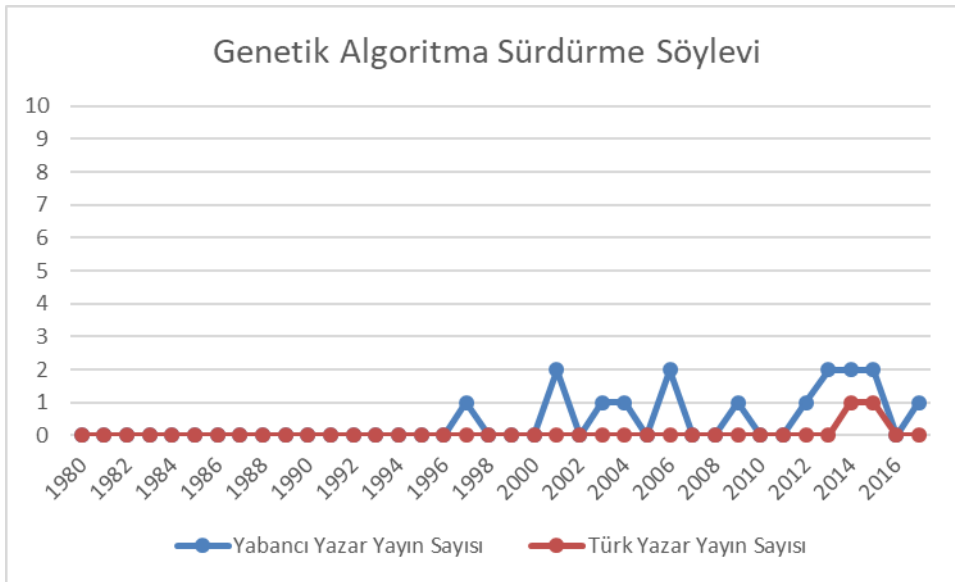


Şekil 3.92: Biçim Gramerleri yayınlarının reddetme ve sörf yapma söylevi.

3.2.2 Genetik Algoritmalar

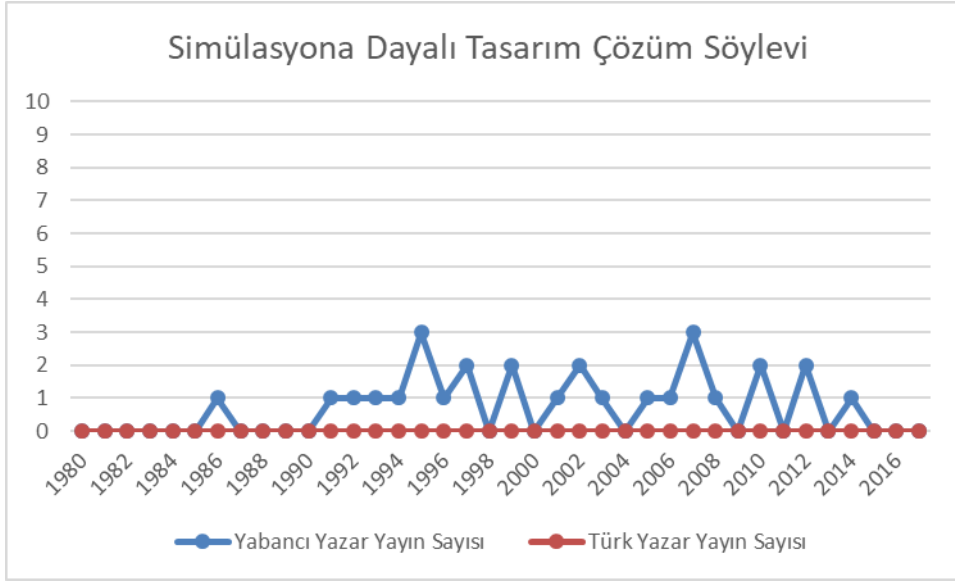


Şekil 3.93: Genetik algoritmalar yayınlarının sürü söylevi.

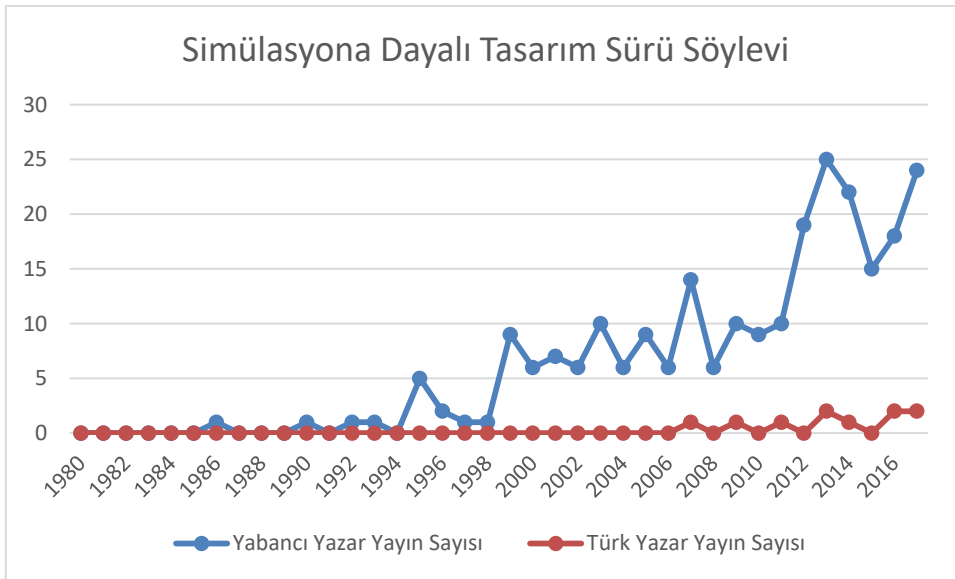


Şekil 3.94: Genetik algoritmalar yayınlarının sürdürme söylevi.

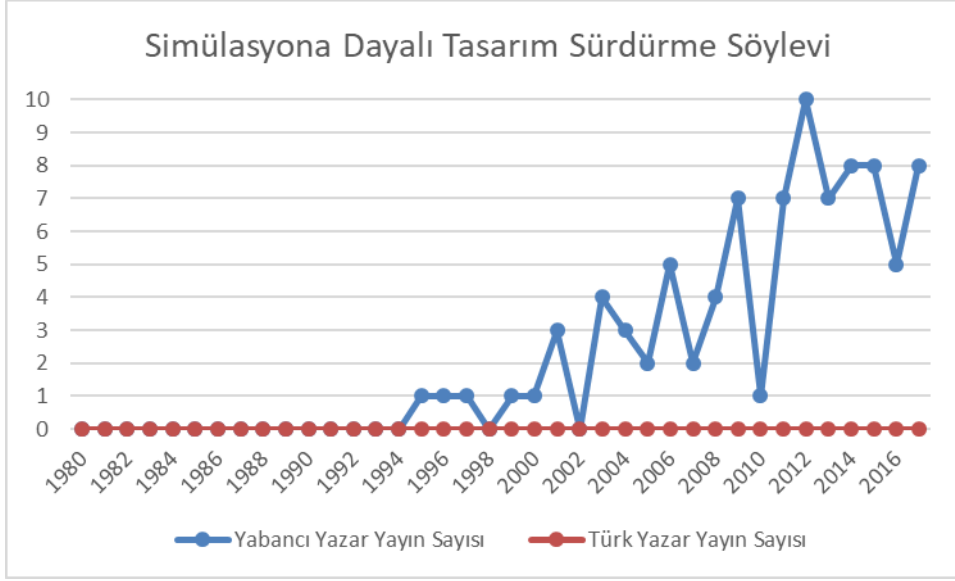
3.2.3 Simülasyona Dayalı Tasarım



Şekil 3.95: Simülasyona dayalı tasarım yayınlarının çözüm söylevi.

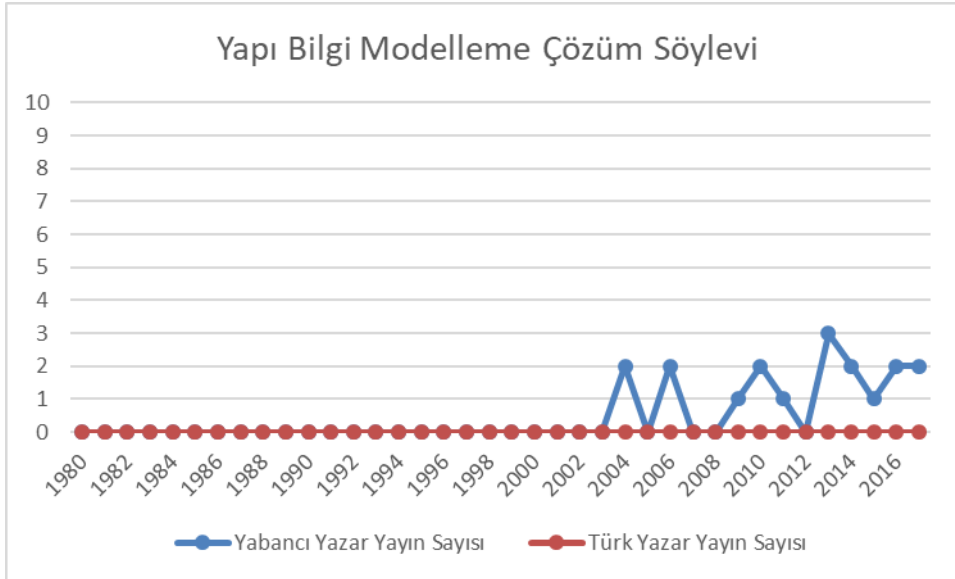


Şekil 3.96: Simülasyona dayalı tasarım yayınlarının sürü söylevi.

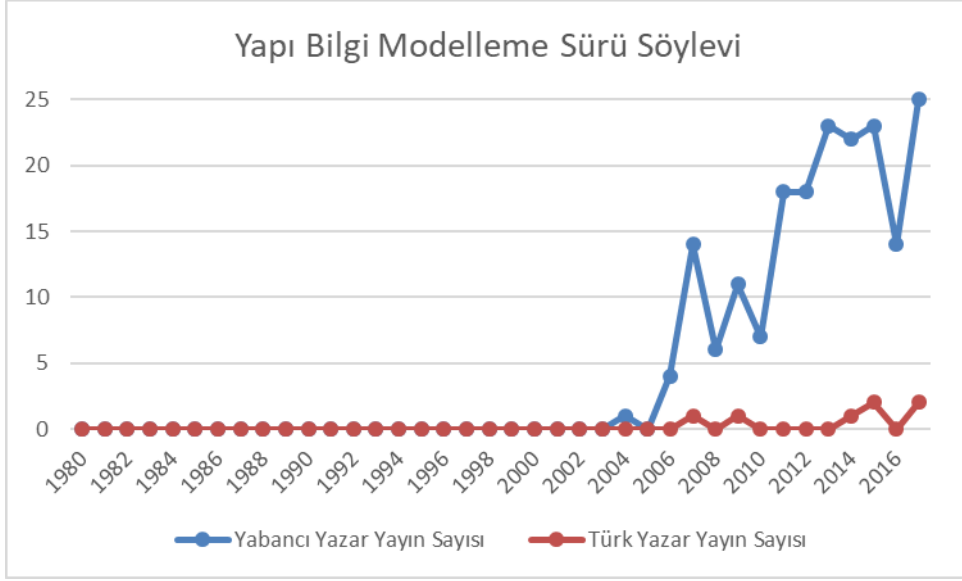


Şekil 3.97: Simülasyona dayalı tasarım yayınlarının sürdürme söylevi.

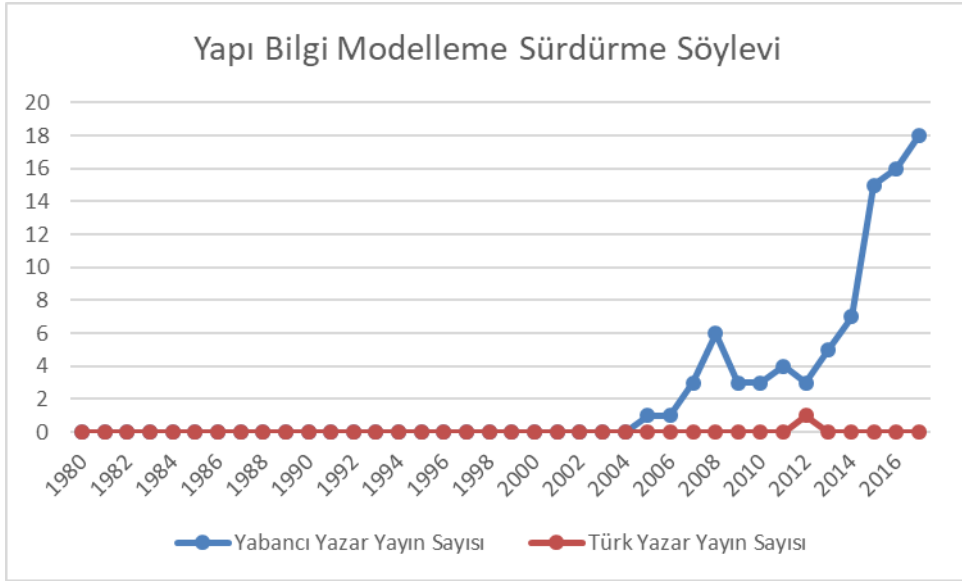
3.2.4 Yapı Bilgi Modelleme (BIM)



Şekil 3.98: Yapı Bilgi Modelleme yayınlarının çözüm söylevi.



Şekil 3.99: Yapı Bilgi Modelleme yayınlarının sürü söylevi.



Şekil 3.100: Yapı Bilgi Modelleme yayınlarının sürdürme söylevi.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışma kapsamına alınan hesaplamalı tasarım yöntemleri ile ilgili seçilen örneklem alan (CUMINCAD) içinde yapılmış bilimsel yayınlar incelenerek aşağıda yer alan değerlendirmeler yapılmıştır. Buna göre;

- Uygulanan bibliyometrik analiz yönteminden elde edilen verilere göre, hesaplamalı tasarım alanında üzerinde en fazla çalışılıp yayın yapılan tasarım yöntemleri sırasıyla simülasyona dayalı tasarım, yapı bilgi modelleme, biçim gramerleri ve genetik algoritmalar olarak belirlenmiştir.

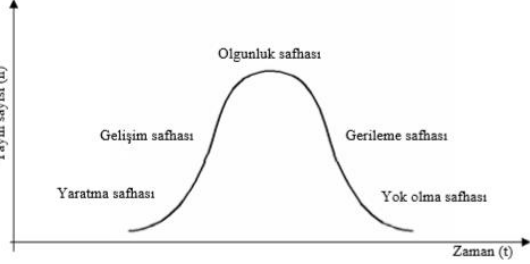
- Bu yöntemler yayımları noktasında değerlendirildiğinde, türk araştırmacılar tarafından gerçekleştirilen çalışmaların ilgili alanda yapılan ilk çalışmadan ortalama 10 yıl sonra yayınlandığı tespit edilmiştir.

- Hesaplamalı tasarım yöntemleri ile ilgili yayınların uluslararası kongrelere göre dağılımına bakıldığında; simülasyona dayalı tasarım ile ilgili en çok yayın sırasıyla; eCAADe, CAADRİA, ACADIA ve SIGraDi, yapı bilgi modelleme ile ilgili en çok yayın sırasıyla; eCAADe, SIGraDi ve CAADRİA, biçim gramerleri ile en çok yayın sırasıyla; eCAADe, CAADRİA ve SIGraDi, genetik algoritmalar ile en çok yayının sırasıyla; eCAADe ve ACADIA kongrelerinde yayınlandığı tespit edilmiştir.

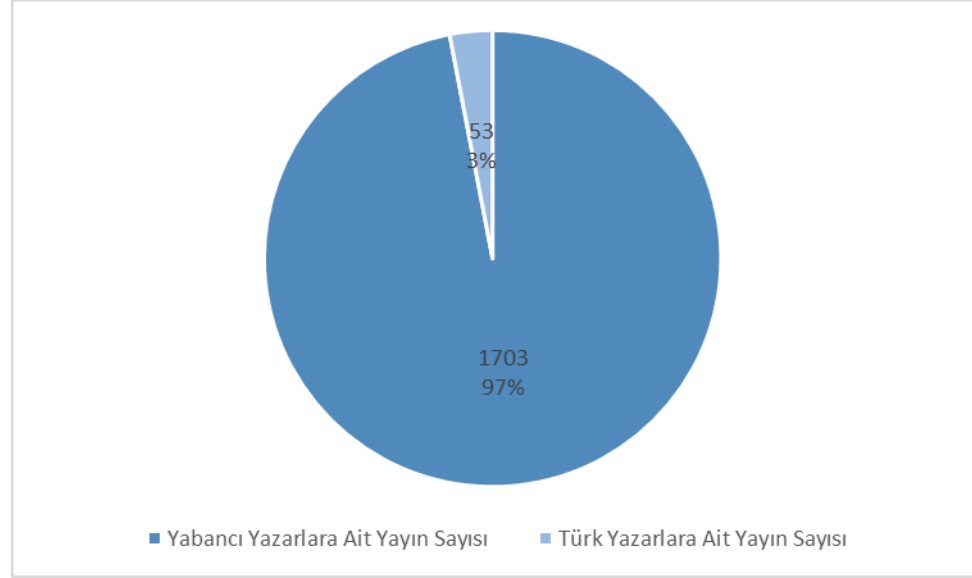
- Seçilen örneklem alan üzerinde bibliyometrik analiz yöntemi kullanılarak çalışma kapsamında ele alınan tasarım yöntemlerine ait yaşam döngülerine ait değerlendirmeler Tablo 4.1 de belirtilmiştir.

- İçerik analizi yöntemi kullanılarak değerlendirilen araştırmacı söylevlerine (problem, çözüm, sürü, sürdürme, reddetme, sörf yapma) göre ilgili tasarım yöntemlerinin hangi safhada (yaratma, gelişim, olgunluk, gerileme, yok olma) yer aldıkları Tablo 4.1 de belirtilmiştir.

Tablo 4.1: Çalışma kapsamında yapılan analizler ve değerlendirmeler.

YÖNTEM	SONUÇ
<p>Bibliyometrik Analiz</p>  <p>Şekil 4.1: Birnbaum yönetimsel moda yaşam döngüsü modeli</p>	<p>Biçim Gramerleri yaşam döngüsü modeline göre gerileme safhasındadır.</p> <p>Genetik Algoritmalar yaşam döngüsü modeline göre gerileme safhasındadır.</p> <p>Simülasyona Dayalı Tasarım yaşam döngüsü modeline göre gelişim safhasındadır.</p> <p>Yapı Bilgi Modelleme yaşam döngüsü modeline göre gelişim safhasındadır.</p>
<p>İçerik Analizi</p> <p>Yönetimsel Modaların Öğrenme Süreçleri:</p> <ul style="list-style-type: none">• Problem Söylevi_(<i>Yaratma Safhası</i>)• Çözüm Söylevi_(<i>Gelişim Safhası</i>)• Sürü Söylevi_(<i>Olgunluk Safhası</i>)• Sürdürme Söylevi_(<i>Gerileme Safhası</i>)• Reddetme Söylevi_(<i>Yok Olma Safhası</i>)• Sörf Yapma Söylevi_(<i>Yok Olma Safhası</i>)	<p>Biçim Gramerleri içerik analizi değerlendirmesine göre sürü söylevindedir. Yaşam döngüsü modeline göre olgunluk safhasındadır.</p> <p>Genetik Algoritmalar içerik analizi değerlendirmesine göre sürü söylevindedir. Yaşam döngüsü modeline göre olgunluk safhasındadır.</p> <p>Simülasyona Dayalı Tasarım içerik analizi değerlendirmesine göre sürü söylevindedir. Yaşam döngüsü modeline göre olgunluk safhasındadır.</p> <p>Yapı Bilgi Modelleme içerik analizi değerlendirmesine göre sürü söylevindedir. Yaşam döngüsü modeline göre olgunluk safhasındadır.</p>

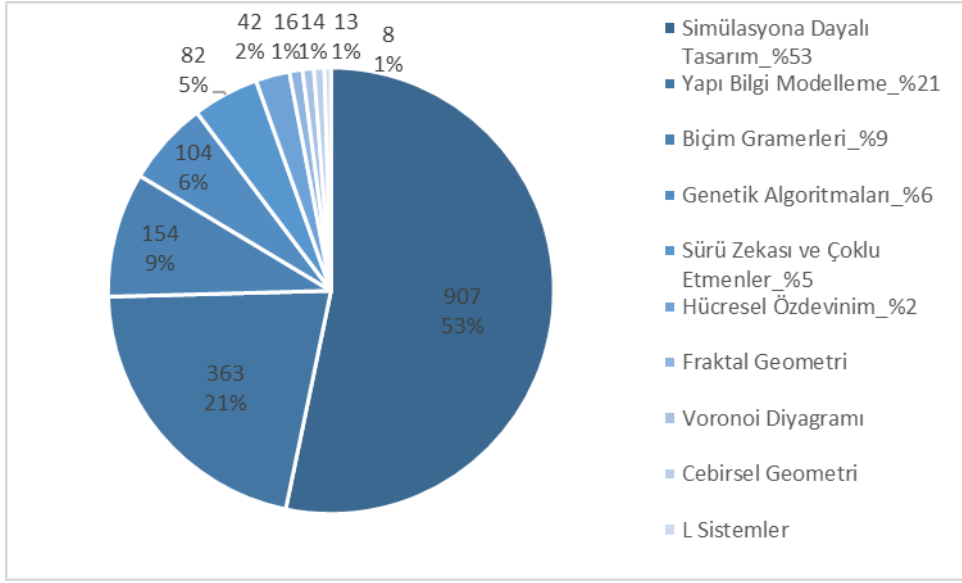
- Hesaplamalı tasarım alanında araştırmalar yapan Türk akademisyenlerin alana olan ilgilerinin ne yönde ve ne yoğunlukta olduğu, hesaplamalı tasarım yöntemleri özelinde, Şekil.4.2’de görölmektedir. Buna göre, bu alanda yapılan toplam yayın sayısı 1756 iken Türk araştırmacıların yayın bazında bu alana katkısı %3 oranında gerçekleşmiştir.



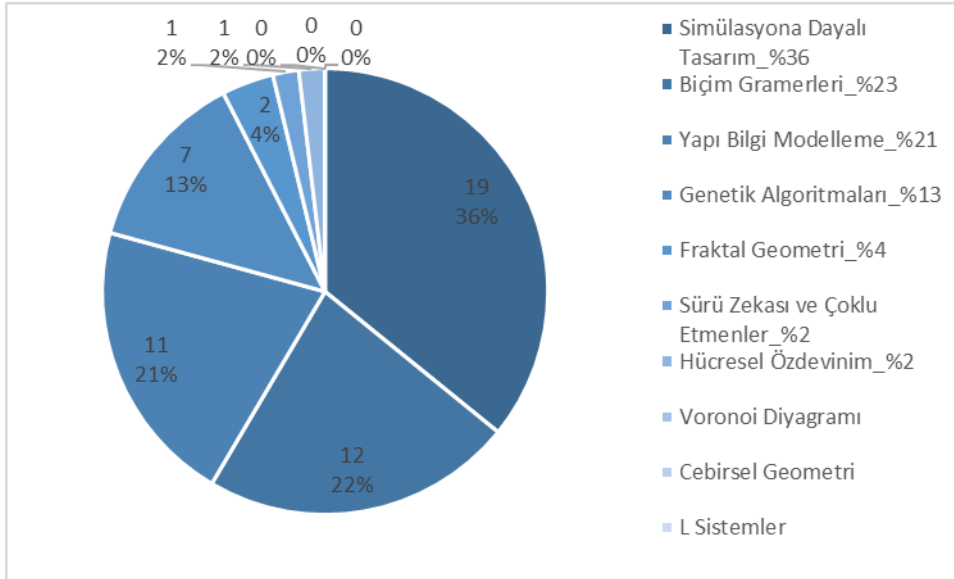
Şekil 4.2: Toplam yayın sayılarının türk-yabancı yazar dağılımı.

- Çalışma kapsamında değerlendirilen hesaplamalı tasarım yöntemleri ile ilgili yapılan araştırmaların yüzdesel dağılımları Şekil 4.3’te yabancı yazarlar için, Şekil 4.4’te Türk yazarlar için ifade edilmiştir. Buna göre yabancı yazarların bu alandaki araştırma yönelimlerinde ilk üç sırayı Simülasyona Dayalı Tasarım (%53), Yapı Bilgi Modelleme (%21) ve Biçim Gramerleri (%9) almaktadır. Türk yazarların bu alandaki araştırma yönelimleri ise Simülasyona Dayalı Tasarım (%36), Biçim Gramerleri (%23) ve Yapı Bilgi Modelleme (%21) olarak sıralanmıştır.

Yapılan analiz sonucunda elde edilen veriler, sıralamalar farklılık gösterse de gerek yurtiçi gerekse yurtdışı kaynaklı yapılan çalışmaların benzer çalışma alanlarına odaklanıldığını ifade etmektedir.



Şekil 4.3: Yabancı yazarların hesaplamalı tasarım yöntemlerini kullanım oranları.



Şekil 4.4: Türk yazarların hesaplamalı tasarım yöntemlerini kullanım oranları.

Çalışma kapsamında hesaplamalı tasarım yöntemlerinin moda kavramı üzerinden yaşam döngüsü modeliyle analiz edilmesi sürecinde yararlanılan bibliyometrik analiz ve içerik analizi yöntemleri, mimarlık disiplinde farklı çalışma alanlarındaki potansiyellerin belirlenmesi noktasında kullanılabilir.

Çalışma kapsamında kullanılan içerik analizi yöntemi sunduğu birçok avantaja karşın uygulanması sürecinde metin içerisindeki görünen/açık içerikle

birlikte gizli/örtük anlamlar da değerlendirilebilir olması sonuçların yorumlarının bir araştırmacıdan diğere farklılık göstermesine neden olabilir. Bulguların yorumunun sübjektif olması bir dezavantaj gibi gözükse de bu alanda yapılan çalışmalar yöntemin objektif olduğunu ifade etmektedir.

Bu çalışma en üst ölçekte değerlendirildiğinde, Türkiye'deki hesaplamalı tasarım yöntemleri ile ilgili yapılan bilimsel çalışmaların yeterli olmadığı sonucuna ulaşabiliriz. Günümüzde hızla gelişmekte olan hesaplamalı tasarım araçlarını daha etkin bir şekilde kullanabilmek hesaplamalı tasarım yeteneğinin geliştirilmesi ve bunun tasarım sürecine yansıtılması noktasında eğitim programlarını güncelleyebilmek için bu alandaki akademik çalışmaların nitelik ve nicelik olarak artması geleceğin mimarlığında söz sahibi olunması noktasında önemlidir.

5. KAYNAKLAR

Ağırbaş, A. (2017). The Use of Simulation for Creating Folding Structures. *35th eCAADe Conference Proceedings*. İtalya.

Agirbas, A. ve Ardaman E. (2017). Macro-scale designs through topological deformations in the built environment. *International Journal of Architectural Computing* vol. 14.

Ahlquist S. ve Menges A. (2011). *Computational Design Thinking*. AD Architectural Design.

Akkan, Y., Baki, A., akıroğlu, Ü. (2011), Differences Between Arithmetic and Algebra: Importance of Pre-algebra, *Elementary Education Online*. 10(3), 812-823.

Altun, F. Ve Yazıcı, H. (2014). Nitel Ve Nicel Yöntemleri Kullanan Araştırmacıların Empatik Eğilimleri Ve İşlevsel Olmayan Tutumları Arasındaki Farklılıklar. *Türkiye Sosyal Araştırmalar Dergisi*.

Andrade, M., Mendes, L., Godoi, G., Celani, G. (2012), Shape Grammars For Analyzing Social Housing: The Case Of Jardim São Francisco Low-Income Housing Development. *30th eCAADe Conference Proceedings*. ek Cumhuriyeti

Anuradha, V., Minal Sabnis, Vennila Thirumavalavn (2008), Voronoi diagram Voro [Schemata]: Application Of İnteractive Weighted Voronoi Diagrams As An Alternate Master-Planning Framework For Business Parks , *Proceedings of the 13th International Conference on Computer-Aided Architectural Design Research in Asia*, 399-408. Tayland.

Armutlu, C. Ve Sağlam Arı, G. (2012). Yönetim Modalarının Yüksek Lisans ve Doktora Tezlerine Yansımaları: Bibliyometrik Bir Analiz. *ODTÜ Gelişim Dergisi*, 37, 1-23.

Arpak, A. (2012). Tasarım Yöntemleri Hareketi: 1960'larda Pozitivist Ve Fenomenolojik Modeller İle Tasarımın Rasyonalizasyonu (Ussallaştırılması). *Dosya* 29., 34-40.

Bat, M. (2008). Moda Oluşturma Sürecinde Stratejik Planlama Ve Halkla İlişkilerin Rolü. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Halkla İlişkiler ve Tanıtım Anabilim Dalı, İzmir.

Barczik, G., Labs, O. and Lordick, D. (2009). Algebraic Geometry in Architectural Design. *27th eCAADe Conference Proceedings*. İstanbul.

Barros, M., Duarte J., Chaparro B. (2011), Thonet Chairs Design Grammar: a Step Towards the Mass Customization of Furniture. *14th CAAD Futures Conference*. Belçika.

Bayazıt, N. (2004), *Tasarlama Kuramları ve Metotları*, Birsen Yayınevi, İstanbul.

Benedict, D. Ilozor, and David J. K. (2012). Building Information Modeling and Integrated Project Delivery in the Commercial Construction Industry: A Conceptual Study. *Journal of Engineering, Project, and Production Management* 2012, 2(1), 23-3.

Beyhan, E. (2010). İnsan, Moda Ve Kentsel Mekân İlişkilerinin İrdelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Disiplinlerarası Anabilim Dalı, Kentsel Tasarım Programı, İstanbul.

Blumer, H. (1968), *Fashion*. In D.L. Sills, International Encyclopedia of the Social Sciences, Vol. 5, pp. 341-345.

Bobenko, A. I., Sullivan, J. M., Schröder, P., ve Ziegler, G. M. (2008). *Discrete Differential Geometry*, Springer.

Burry, Mark. (1999). Paramorph. In AD Profile 139: Hypersurface Architecture II. London: Academy Editions.

Chan, CW. Chiu, ML. (2000). A Simulation Study Of Urban Growth Patterns With Fractal Geometry. *Proceedings of the 5th International Conference on Computer-Aided Architectural Design Research in Asia*. Singapur.

Çağdaş, G. (2015). Mimarlıkta Hesaplamalı Yaklaşımlar. *Dosya* 35. 33-42.

Çetinkaya, Ö. ve Çetin, A. (2013). Bozkurt Girişimcilik Ve Kalkınma Dergisi'nin Bibliyometrik Analizi. *Girişimcilik ve Kalkınma Dergisi*. Cilt 11, Sayı 2.

Çolakoglu, B. (2002), An Informal Shape Grammars for Interpolations of Traditional Bosnian Hayat Houses in a Contemporary Context. *5th International Generative Art Conference. Generative Art*. Milan, İtalya.

Damdere, E. (2010). Adaptability Of Generative Algorithms: A Means To Sustaining The Dynamic Design Processes. Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, Ankara.

Değirmenci, B. F. (2009). Fraktal Geometri Ve Üretken Sistemlerle Mimari Tasarım. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, Mimari Tasarım Programı, İstanbul.

Diñçer, A. E. (2014). Hüresel Özdevinim Yaklaşımı İle Kitlesele Konut Tasarımında Sayısal Bir Model. Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bilişim Anabilim Dalı, Mimari Tasarımda Bilişim Programı, İstanbul.

Dritsas, S. (2012). Dijital ve Fiziksel Duyarlılık. *Dosya* 29. 41-45.

Ediz, Ö. (2009), "Improvising" Architecture: A Fractal Based Approach, *27th eCAADe Conference Proceedings*. İstanbul.

Erdoğan, İ. (2003). Pozitivist Metodoloji ve Ötesi: Araştırma Tasarımları Niteliksel ve İstatistiksel Yöntemler. <http://irfanerdogan.com/kitaplar/metod2012.pdf>

Avery, R., Edmonds A. G. (1987). *Redhouse Sözlüğü*. Redhouse Yayınları, İstanbul, s. 380.

Garber, R. (2014). *BIM Design: Realising the creative potential of building information modelling*. İngiltere.

Goldberg, D. E., (1989). *Genetic Algorithms in Search, Optimization and Machine Learning*, AddisonWesley.

Gu, N., Singh, V. and Kathryn M. (2010). A Framework To İntegrate Generative Design Techniques For Enhancing Design Automation, Proceedings of the 15th International Conference on Computer-Aided Architectural Design Research in Asia. Hong Kong.

Güldür, M. M. ve Bayram, S. (2016). Disiplinler Arası Etkileşim Üzerine Bir Çalışma: Moda Ve Mimari Arasındaki Etkileşim. *The Journal of International Lingual, Social and Educational Science*. Vol: 2.

Güner, Y. R. (2016). Üç Yönlü Periyodik Minimal Yüzeyle İle Oluşturulan Bir Tasarım Önerisi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bilişim Anabilim Dalı, Mimari Tasarımda Bilişim Programı, İstanbul.

Gürer, E., Alaçam, S. (2015). Sayısal Düşünmenin Yaratıcılık Bağlamında Sökümü. *Dosya* 35. 58-62

Gürsel Dino, İ. (2015). Tasarım ve Hesaplamanın Doğası. *Dosya* 35. 7-13

Harris, J. (2012). *Fractal Architecture: Organic Design Philosophyin Theory and Practice*. University of New Mexico Press Albuquerque, AIA.

Holland, J. H. (1975). *Adaptation in Natural and Artificial Systems*. University of Michigan Press.

Janssen, Patrick H. T. (2009). An evolutionary system for design exploration. *Proceedings of the 13th International CAAD Futures*, pp. 259-272.

Karaş, İ. R., Batuk, F. (2005). Coğrafi Bilgi Sistemlerinde Topoloji Kavramı. TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 10. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, Ankara.

Kilian, A. (2012). Tasarımın Onayı Yerine Tasarım Araştırmasına Yönelik Bir Süreç Olarak Kompütasyonel Tasarım. *Dosya* 29. 46-49

Koçak, A. ve Arun, Ö. (2006). İçerik Analizi Çalışmalarında Örneklem Sorunu. josc.selcuk.edu.tr/article/view/1075000231.

Kolarevic, B. (2000). Digital Architectures, *Proceedings of the 22nd Annual Conference of the Association for Computer-Aided Design in Architecture*. Washington D.C.

Kolarevic, B. (2000). Digital Morphogenesis and Computational Architectures. *International Conference Of The Iberoamerican Society Of Digital Graphics (SIGraDI)*, Rio de Janeiro.

Kotnik, T. (2010). Digital Architectural Design as Exploration of Computable Functions. *International Journal Of Architectural Computing*, Issue 01, Volume 08.

Köroğlu, S. (2016). Sayısal Ortamda Oluşturulan Kentsel Tasarım Yaklaşımları. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, Bilgisayar Ortamında Mimarlık Programı, İstanbul.

Kula Ölmez, S. (2012). Türkiye’de Yönetim Modalarının Yayılımında Yazılı Basının Rolü: Capital Dergisi Örneği. Doktora Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, Afyonkarahisar.

Kuş, E. (2009). Nicel-nitel araştırma teknikleri: Sosyal bilimlerde araştırma teknikleri nicel mi? Nitel mi? . Anı Yayıncılık: Ankara.

Kutsal, C. A. (2009). Dijital Tasarım ve Üretim Tekniklerinin Mimaride Kullanılması. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, Bilgisayar Ortamında Mimarlık Programı, İstanbul.

Liu, X., Frazer, Jh. and Tang, M.X. (2002). A Generative Design System Based On Evolutionary And Mathematical Functions. *International Conference on Generative Art*. İtalya.

Ohuchi A., M. Yamamoto and H. Kawamura, (2007). Theory and Application of Multi-agent Systems; Computing Paradigm form Complex Systems Engineering. CORONA Publishing.

Ostwald, M. J., Vaughan, J., Chalup, S. (2008). A Computational Analysis of Fractal Dimensions in the Architecture of Eileen Gray. *Proceedings of the 15th International Conference on Computer-Aided Architectural Design Research in Asia*. Hong Kong.

Ostwald, M. J., Vaughan, J.(2016). *The Fractal Dimension of Architecture*. Mathematics and the Built Environment.

Öymen Gür, Ş., (2014). *Mimari Güncellemeler*, Nobel Yayınları, Mart, 2-9.

Özdemir, E. S. (2016). Geniş Açıklıklı Mekân Sistemlerinin Parametrikleştirilmesinde Bir Yöntem. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, Bilgisayar Ortamında Mimarlık Programı, İstanbul.

Pottmann, H., Schiftner, A., ve Wallner, J. (2008). Geometry of Architectural Freeform Structures. *Int. Math. Nachr.*, 209(209), 15–28. <http://doi.org/10.1145/1364901.1364903>.

Romão, L. (2005). Can a Computer Implementation Based on Set Grammars Allow Emergent Shapes?, *23th eCAADe Conference Proceedings*. Portekiz.

Saunders, A. (2009). Surface Logic. *The Mathematica Journal*, 11(3), 404–429.

Serrato-Combe, A., (2005), Lindenmayer Systems – Experimenting with Software String Rewriting as an Assist to the Study and Generation of Architectural Form. *Proceedings of the 9th Iberoamerican Congress of Digital Graphics*. Peru.

Simmel, G., Frisby, D. (2003). *Modern Kültürde Çatışma*, (Çev. Tanıl Bora), İletişim Yayınları, İstanbul.

Slager, C.T.J.; B. de Vries, A.K. Bregt and A.J. Jessurun (2008), Methodology To Generate Landscape Configurations Foruse İn Multi-Actor Plan-Making Processes. *Design & Decision Support Systems in Architecture and Urban Planning*.

Tanglay, Ö. (2007). Modaya Tasarım Penceresinden Bakan Yazılar, Yasemin Şener Söyleşisi. *Tasarım Merkezi Dergisi*, 2.

Tavşan, F., Sönmez, E. (2018). Mekân Ve Moda İlişkisi: Bir Workshop Deneyimi. *Güzel Sanatlar Fakültesi Sanat Dergisi*.

Terzi, N. (2009). Mimarlıkta Hesaplmalı Teknolojiler Ve Geometri. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, Bilgisayar Ortamında Mimarlık Programı, İstanbul.

Terzidis, K. (2006). *Algorithmic Architecture*. Burlington, USA: Architectural Press.

Tülübaş Gökuç, Y., Kale, S. (2007). Yönetimsel Modaların İnşaat Yönetimi Alanında İncelenmesi. *4. İnşaat Yönetimi Kongresi*, İstanbul.

URL-1 <https://docplayer.biz.tr/421042-Nitel-analizler-icerik-ve-betimsel-analiz.html>

Yalçın, H. ve Yayla, K. (2016). Sosyal Ve Beşeri Bilimler Dergileri İçin Bir Yayın Stratejisi Önerisi. *Tarih İncelemeleri Dergisi*, Cilt 31, Sayı 2.

Yamakage S. (2007). Handbook of Construction Artificial Society; Primer of Multi-agent Simulation by Artisoc, Hayayama Publishing.

Yedekçi, G. (2015). *Doğayla Tasarlamak: Biyomimikri ve Geleceğin Mimarlığı*, Nisan.

Yetkin, S. (2011). Sayısal Tasarım Araçları: Tasarım Sürecindeki Rollerini Bağlamında Bir İnceleme. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bilişim Anabilim Dalı, Mimari Tasarımda Bilişim Programı, İstanbul.

Zhang, X. and M. P. Armstrong, (2008). Genetic algorithms and the corridor location problem: multiple objectives and alternative solutions. *Environment and Planning B: Planning and Design*.

EKLER

6. EKLER

EK A: Bibliyometrik Analiz Yönteminde Yararlanılan Excel Tablo

Örneği

Shape Grammar (Bibliyometrik Analiz)

YILLAR	ACADIA		CAADRIA		eCADDe		SIGraDI		ASCAAD		CAAD	
	YABANCI YAZAR YAYIN SAYISI	TÜRK YAZAR YAYIN SAYISI	YABANCI YAZAR YAYIN SAYISI	TÜRK YAZAR YAYIN SAYISI	YABANCI YAZAR YAYIN SAYISI	TÜRK YAZAR YAYIN SAYISI	YABANCI YAZAR YAYIN SAYISI	TÜRK YAZAR YAYIN SAYISI	YABANCI YAZAR YAYIN SAYISI	TÜRK YAZAR YAYIN SAYISI	YABANCI YAZAR YAYIN SAYISI	TÜRK YAZAR YAYIN SAYISI
1970												
1971												
1972												
1973												
1974												
1975												
1976												
1977												
1978												
1979												
1980												
1981												
1982												
1983												
1984												
1985	✓											
1986												
1987												
1988												
1989												
1990												
1991												✓
1992												✓
1993												✓
1994												✓
1995												✓
1996												✓
1997			✓	✓								✓
1998			✓									✓
1999			✓		✓							✓
2000			✓									✓
2001			✓									✓
2002	✓		✓		✓							✓
2003	✓		✓		✓							✓
2004									✓			✓
2005			✓	✓	✓	✓						✓
2006			✓		✓	✓	✓					✓
2007			✓		✓	✓	✓					✓
2008			✓		✓	✓	✓					✓
2009			✓		✓	✓	✓					✓
2010					✓	✓	✓					✓
2011			✓		✓	✓	✓					✓
2012	✓		✓		✓	✓	✓					✓
2013			✓		✓	✓	✓					✓
2014					✓	✓	✓					✓
2015			✓		✓	✓	✓					✓
2016			✓		✓	✓	✓					✓
2017			✓		✓	✓	✓					✓

EK B: İçerik Analizi Yönteminde Yararlanılan Excel Tablo Örneği

SG İÇERİK ANALİZİ

YILLAR	Problem Söylemi		Çözüm Söylemi		Sürü Söylemi		Sürdürme Söylemi		Reddetme ve Sırf Yapma Söylemi	
	YABANCI YAZAR YAYIN SAYISI	TÜRK YAZAR YAYIN SAYISI	YABANCI YAZAR YAYIN SAYISI	TÜRK YAZAR YAYIN SAYISI	YABANCI YAZAR YAYIN SAYISI	TÜRK YAZAR YAYIN SAYISI	YABANCI YAZAR YAYIN SAYISI	TÜRK YAZAR YAYIN SAYISI	YABANCI YAZAR YAYIN SAYISI	TÜRK YAZAR YAYIN SAYISI
1970										
1971										
1972										
1973										
1974										
1975										
1976										
1977										
1978										
1979										
1980										
1981										
1982										
1983										
1984										
1985							✓			
1986										
1987										
1988					✓					
1989										
1990			✓							
1991			✓							
1992										
1993					✓✓					
1994										
1995			✓							
1996										
1997			✓		✓✓✓		✓			
1998					✓					
1999			✓				✓			
2000										
2001										
2002			✓		✓					
2003					✓				✓	
2004					✓✓		✓			
2005					✓✓✓✓		✓✓			
2006					✓✓✓✓		✓✓			
2007			✓		✓✓✓		✓✓			
2008					✓✓✓✓✓		✓✓		✓	
2009					✓✓✓✓✓		✓✓✓✓			
2010					✓✓✓✓✓		✓✓✓✓			
2011					✓✓✓✓✓✓		✓✓✓			
2012					✓✓✓✓✓✓		✓✓			
2013					✓✓✓✓✓✓		✓✓✓✓✓			
2014					✓✓✓✓✓✓		✓✓✓✓			
2015			✓		✓✓✓✓✓		✓✓✓			
2016					✓✓✓✓✓		✓✓			
2017					✓✓✓✓✓✓		✓✓✓			